

AUTOTALLI- VARASTORAKENNUKSEN ARKKITEHTI- JA RAKENNESUUNNITTELU SEKÄ ALUSTAVA MÄÄRÄ- JA KUSTANNUSLASKENTA

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Toni Pihkanen	
Työn nimi Autotalli-varastorakennuksen arkkitehti- ja rakennesuunnittelu sekä alustava määrä- ja kustannuslaskenta	
Päiväys 8.5.2014	Sivumäärä/Liitteet 22/63
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela ja lehtori Harry Dunkel	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Jouni Kärkkäinen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kustannusarvio suunniteltavalle kellarilliselle autotalli-/varastorakennukselle hyödyntäen tietomallipohjaista määrälaskentaa. Työssä kerrotaan tietomallipohjaisesta määrälaskennasta ja hyödynnetään sitä käytännössä rakennushankkeen kustannusarvion laatimisessa.</p> <p>Työn kohteena oleva rakennus suunniteltiin käyttäen apuna Autodesk Revit -ohjelmaa ja tarvittavat rakennelaskelmat laskettiin käsinlaskennalla esimerkkilaskelmia sekä Finnwood 2.3 -ohjelmaa hyödyntäen. Tarkasteltavasta rakennuksesta tehtiin arkkitehtimalli sekä rakennemalli Revit Architecture -ohjelmalla. Määrätiedot tuotiin arkkitehtimallista rakennusosatasolle ja rakennemallista suoritetasolle. Määrätietojen avulla kohteelle laadittiin TALO 2000 -hankenimikkeistöjärjestelmän mukainen rakennusosa-arvio ja sen pohjalta kustannuslaskelma, jossa selvitettiin sekä materiaali- että työkustannukset. Lisäksi arvioitiin oman työn osuutta.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena löydettiin menetelmiä, jotka tarkentavat tietomallipohjaisen määrälaskennan tuloksia. Työn tilaaja sai rakennusosa-arvion pohjalta lasketun kustannusarvion rahoituksen järjestämistä varten, sekä kattavat piirustukset ja laskelmat, joilla voidaan hakea rakennuslupa.</p>	
<p>Avainsanat</p> <p>Tietomalli, määrälaskenta, rakennusosa-arvio, määräluettelo, kustannusarvio</p>	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Toni Pihkanen			
Title of Thesis Architectural and Structural Design for Garage and Defining the Costs			
Date	8 May 2014	Pages/Appendices	22/63
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela, Senior Lecturer & Mr Harry Dunkel, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr Jouni Kärkkäinen, Managing Director, TI- Engineering Systems Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to make a cost estimate for a garage/storage building with basement according to the client's wishes and to create a list of volumes in accordance with the Building 2000 project classification.</p> <p>The building was designed with Revit Architecture software. The structural calculations were made with the Finnwood 2.3 –program and partly manually according the Eurocodes. The architectural and structural models were made with Revit Architecture -program. Finally, the cost-estimation was developed with the quantities obtained from the Building Information Model (BIM) model. Besides the cost of labor and materials, the cost-estimation included estimated share of self-performed work.</p> <p>As a result of this project, some specifying methods of BIM based quantity takeoff were found. The client received the cost-estimation calculated by BIM based quantity takeoff as well as construction drawings and calculations that can be requested when applying for a building permit.</p>			
<p>Keywords</p> <p>structural design, cost estimation, building information model (BIM)</p>			

ALKUSANAT

Halauan kiittää lehtori Vilho Kuusela ja lehtori Harry Dunkelia opinnäytetyöni ohjauksesta koko suunnitteluprosessin aikana. Lisäksi kiitokset kohteen rakennuttajalle Jouni Kärkkäiselle, opinnäytetyön tekemisen mahdollistamisesta.

Kuopiossa 8.5.2014

Toni Pihkanen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	TIETOMALLIPOHJAINEN MÄÄRÄLASKENTA	8
2.1	Mallipohjaisen määrälaskennan menetelmät	9
2.1.1	Määrälaskennan avainkäsitteitä.....	9
2.1.2	Mallitiedon hyödyntämisen päätasot määrälaskennassa.....	10
2.2	Määrälaskennan prosessi	10
3	RAKENNUSSUUNNITTELU	12
3.1	Suunnittelun lähtökohdat	12
3.2	Rakennuksen kuvaus	12
3.3	Sijoitus tontille	13
4	RAKENNESUUNNITTELU	14
4.1	Rakenteiden mitoitus.....	14
4.2	Rakennetyypit.....	14
4.2.1	Perustus	14
4.2.2	Välipohja	14
4.2.3	Yläpohja	14
4.2.4	Seinät.....	15
5	MÄÄRÄLASKENTAPROSESSI	16
5.1	Määrälaskennan kulku	16
5.2	Määrälaskennan tarkkuuteen vaikuttavat tekijät.....	16
5.3	Määräluettelot ja niiden analysointi.....	17
6	RAKENNUKSEN KUSTANNUSARVIO.....	19
6.1	Hankkeen kokonaiskustannukset	19
6.2	Kustannusten jakaantuminen ja oman työn osuuden arviointi	19
7	TULOKSET JA POHDINTA.....	21
7.1	Rakennussuunnittelu	21
7.2	Rakennesuunnittelu.....	21
7.3	Määrä- ja kustannuslaskenta.....	21
8	YHTEENVETO	23

LÄHTEET

LIITTEET

Liite 1 Rakennuksen lupapiirustukset

Liite 2 Rakennepiirustukset

Liite 3 Rakennelaskelmat

Liite 4 TALO-2000 –nimikkeistön mukainen rakennusosamääräluettelo

Liite 5 Materiaalimenekit ja –kustannukset

Liite 6 Työmenekit ja -kustannukset

1 JOHDANTO

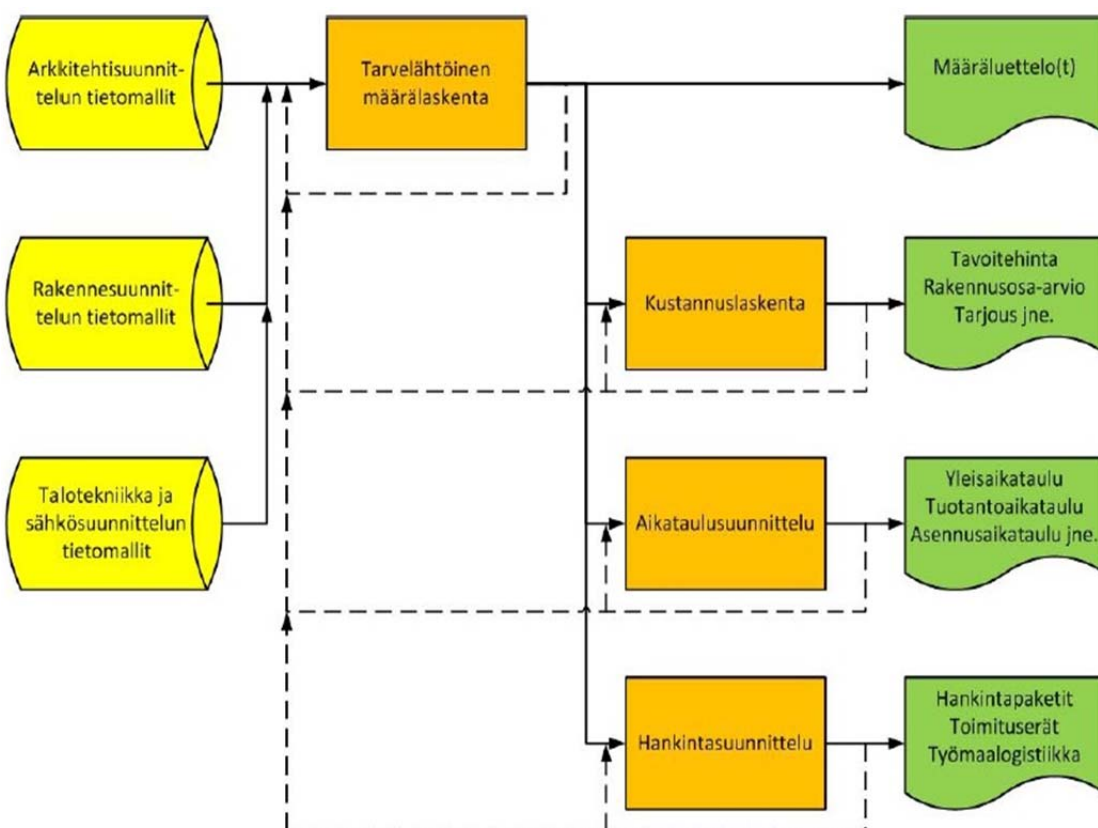
Tässä opinnäytetyössä kerrotaan tietomallipohjaisesta määrälaskennasta ja hyödynnetään sitä käytännössä rakennushankkeen kustannusarvion laatimisessa. Tavoitteena on tehdä kustannusarvio suunniteltavalle kellarilliselle autotalli-/varasto- rakennukselle hyödyntäen tietomallipohjaista määrälaskentaa. Lisäksi yksi tavoitte on tutkia määrälaskennan tarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tarvittavat rakennelaskelmat lasketaan käsinlaskennalla esimerkkilaskelmia sekä Finnwood 2.3 -ohjelmaa hyödyntäen.

Tarkasteltavasta rakennuksesta tehdään arkkitehtimalli sekä rakennemalli Revit Architecture -ohjelmalla. Määrätiedot haetaan arkkitehtimallista rakennusosatasolle ja rakennemallista suoritetasolle. Määrätietojen avulla kohteelle laaditaan TALO 2000 -hankenimikkeistöjärjestelmän mukainen rakennusosa-arvio, joka kootaan Excel-taulukoon. Rakennusosa-arvioon lisätään yksikköhinnat, jolloin saadaan selville koko hankkeen materiaalikustannukset. Hankkeen työkustannuksien arvioinnissa käytetään apuna RATU-ohjekortistoa. Materiaali- ja työkustannusten lisäksi arvioidaan oman työn osuus hankkeen kokonaiskustannuksista.

2 TIETOMALLIPOHJAINEN MÄÄRÄLASKENTA

Rakennuksen tietomallilla tarkoitetaan koko rakennuksen elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Sana tulee kansainvälisesti käytössä olevasta BIM-käsitteestä (Building Information Model). Rakentamisessa on aina mukana useita osapuolia, joten tietomallipohjaisen suunnittelun yksi tavoitte onkin mahdollistaa eri suunnittelualuejen tehokas yhteistyö. Eri osapuolten tietomallien sovittamiseksi käytetään IFC-tiedonsiirtoformaattia (Industrial Foundation Classes). IFC on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi, joka mahdollistaa tiedonsiirron ohjelmistosta riippumattomasti. (Karstila 2004,10.)

Käytettäessä tietomallipohjaista määrälaskentaa, laskenta tehostuu huomattavasti ja määrätietojen käyttöä voidaan hyödyntää erilaisissa päätöksentekotilanteissa. Tietomallipohjaisessa määrälaskennassa määrät mitataan tietokoneavusteisesti tietomallista. Näin ollen ei jää enää tarvetta niiden mittaamiselle manuaalisesti piirustuksista. Määriä on mahdollista mitata eri osapuolten tietomalleista, kuten arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkamalleista sekä niiden yhdistelmämalleista. Rakennuttajat, suunnittelijat, urakoitsijat ja muut rakennushankkeen osapuolet voivat hyödyntää määrälaskentaa uudella tavalla ja uudesta näkökulmasta. Alla olevassa kuviossa kuvataan tietomallien hyödyntämistä eri tarkoituksiin. (kuvio 1)



KUVIO 1. Tietomallien hyödyntäminen määrälaskennassa (Cobim 2012, 5.)

Määrälaskijan työ muuttuu merkittävästi käytettäessä tietomallipohjaista määrälaskentaa. Laskijasta tulee yhä enemmän asiantuntija, kun ammattitaidon vaatimukset kasvavat rutiinityön vähentyessä. Rakennuksen tietomallilla ei kuitenkaan voida korvata määräasiantuntijan ammattitaitoa. Sitä tarvitaan vielä lähtötietojen ja lähtömateriaalin läpikäymisessä, vaihtoehtojen selvittämisessä, tuloksien analysoinnissa ja kannattavuuden varmistamisessa.

2.1 Mallipohjaisen määrälaskennan menetelmät

Tietomallipohjainen määrälaskenta mahdollistaa laskelmien tekemisen aiempaa useammin ja vaihtoehtojen monipuolisemman tarkastelemisen. Rakennushankkeen aikana tapahtuvia määrämuutoksia voidaan tutkia tarkemmin ja niistä voidaan laatia luotettavia raportteja. Hankkeen tarpeet määräävät laskennan tarkkuuden sekä tutkittavien vaihtoehtojen määrän. Määrälaskentaan tarvittavaan mallidokumentaatioon kuuluu eri osapuolten tietomallit, tietomalliselostus ja yleensä myös rakennusselostus. Mallidokumentaatiota täydentäviä dokumentteja voivat myös olla esimerkiksi piirustukset ja luettelot. (Cobim 2012, 9.)

2.1.1 Määrälaskennan avainkäsitteitä

Hankenimikkeistöä käytettäessä rakennus- ja tekniikkaosatyytit litteroidaan julkisella tyyppitunnuksella, hankekohtaisella tyyppitunnuksella tai yrityskohtaisella tyyppitunnuksella. Alla olevassa taulukossa on esitetty esimerkki rakennusosatyyppien ilmoittamisesta Talo 2000 -hankenimikkeistön mukaan. (taulukko 1)

Rakennusosa	Tyyppi	Kuvaus
1232	VS401	Teräsbetoniseinä 180 mm
1241	US409	Betonielementtiseinä 320 mm

TAULUKKO 1. Rakennustyytit Talo 2000 -hankenimikkeistön mukaan

Keskeiset talonrakennuksessa käytettävät nimikkeistöt:

Talo 2000 Hankenimikkeistö

Talo 2000 Tuotantonimikkeistö

Talo 2000 Rakennustuotenimikkeistö

LVI 2010-nimikkeistö

S2010-nimikkeistö

Talo 2000 Hankenimikkeistö koostuu rakennusosista, tekniikkaosista, näihin kohdistuvista rakenneosista sekä hanke- ja kiinteistö- ja käyttäjätehtävistä. Tuotantonimikkeistö jakaa rakennus- ja tekniikkaosat suorituksen mukaisiin kokonaisuuksiin. Rakennustuotetonimikkeistö luokittelee ne hyödykkeet, jotka asennetaan rakennukseen pysyvästi tai käytetään loppuun rakentamisen aikana. LVI 2010-nimikkeistö luokittelee LVI-tekniset järjestelmät ja S2010 jäsentee sähkö- ja tietotekniset järjestelmät. (RT 2010a, 7; RT 2010b, 1; RT 2010c, 3.)

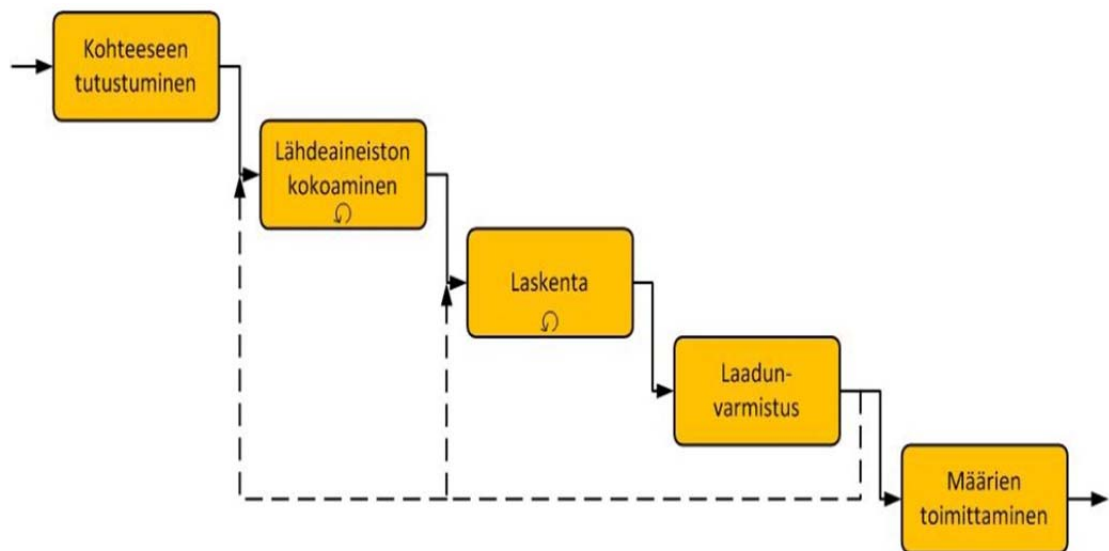
Rakennusosalla tarkoitetaan rakennuskokonaisuuden käsitteellisesti itsenäistä osaa, joka koostuu rakennustuotteista. Tekniikkaosalla kuvataan rakennuksen talotekniseen järjestelmään kuuluvaa itsenäistä osaa, joka koostuu taloteknisistä tuotteista. Rakennus- ja tekniikkaosat koostuvat siis molemmat tuoteosista ja kuvaavat yhdessä rakennusta valmiina kokonaisuutena. Määrälaskennassa ne eritellään ja niiden tuoteosille mitataan määrät nimikkeistön mukaan. Rakennusosat sisältävät myös panoksista koostuvia suoritteita. Suoritteiden mittayksiköjä ovat esimerkiksi kpl, m, m², m³ tai kg. Panoksilla kuvataan suoritteiden toteuttamiseen kuluva aikaa tai materiaalia. Panosten yksiköjä ovat esimerkiksi h/m² tai m/m². (Cobim 2012, 9; Teittinen, 6.)

2.1.2 Mallitiedon hyödyntämisen päätasot määrälaskennassa

Määrälaskennan kannalta tietomallin sisältö voidaan jakaa rakennus- ja tekniikkaosiin, nimikemääriin ja tuote- ja tuoterakennemääriin. Kun mallista lasketaan rakennus- ja tekniikkaosia, raportoidaan ne määräluettelona Exceliin jaoteltunai rakennetyypeittäin tai kuten suunnittelija on ne määritellyt. Nimikkeistöjärjestelmään perustuvassa määrälaskennassa rakennus- ja tekniikkaosat jaotellaan nimikkeiden mukaan. Esimerkiksi suunnittelijan määrittämä "YP 01" yläpohjatyypin määrät tulevat nimikkeelle 1236 Yläpohjat. Tuoterakennemääriin perustuvassa määrälaskennassa, kuten esimerkiksi suorite- tai panospohjaista kustannusarviota laskettaessa rakennusosan nimikkeen alla on tuoterakenne, joka kuvastaa yksilöllisesti kyseistä rakennusosaa. (Cobim 2012, 10.)

2.2 Määrälaskennan prosessi

Tietomallipohjainen määrälaskentaprosessi on hyvin erilainen verrattuna perinteiseen suunnitteluasiakirjoihin sekä piirustuksiin perustuvaan laskentaprosessiin. Kuviossa 2 on esitetty prosessi, joka luo edellytykset mallipohjaisen määrälaskennan onnistumiselle. (kuvio 2)



KUVIO 2. Määrälaskennan prosessi (Cobim 2012, 14.)

Ennen laskennan aloittamista tutustutaan kohteeseen. Rakennuksesta laadittu tietomalli helpottaa suuresti, sillä sen avulla kohteen laajuustiedoista saa paremman käsityksen. Tietomallin lisäksi kannattaa perehtyä myös muuhun rakennusta käsittelevään materiaaliin kuten rakennusselostukseen. On myös hyvä olla yhteydessä suunnittelijoihin. Lähdeaineiston kokoamisen yhteydessä varmistetaan että kaikista tiedoista on saatu oikea versio. (Cobim 2012, 14.)

3 RAKENNUSSUUNNITTELU

3.1 Suunnittelun lähtökohdat

Suunnittelun kohteena oleva tontti sijaitsee Leppävirralla. Tontin ympäristö on väljästi rakennettua 80- ja 90-luvun pientaloasutusta. Tontti on rinnemaastoa ja se viettää paikoin jyrkästi rantaan päin. Tontille oli jo rakennettu omakotitalo sekä talousrakennus. Omakotitalo on rakennettu 1960-luvun alussa. Sitä on laajennettu kaksi kertaa, ensimmäisen kerran 90-luvun vaihteessa ja toisen kerran 2008-luvulla. Tontille oli hiljattain tehty kaavamuuos autotallin rakentamista varten, koska tontin tila ja maaston muodot eivät mahdollistaneet rakentamista tontin alueelle. Kaavamuutoksessa osa puistoalueesta oli liitetty osaksi erillispientalotonttia kuvan 1 esittämällä tavalla.



KUVA 1. Ote asemakaavasta

3.2 Rakennuksen kuvaus

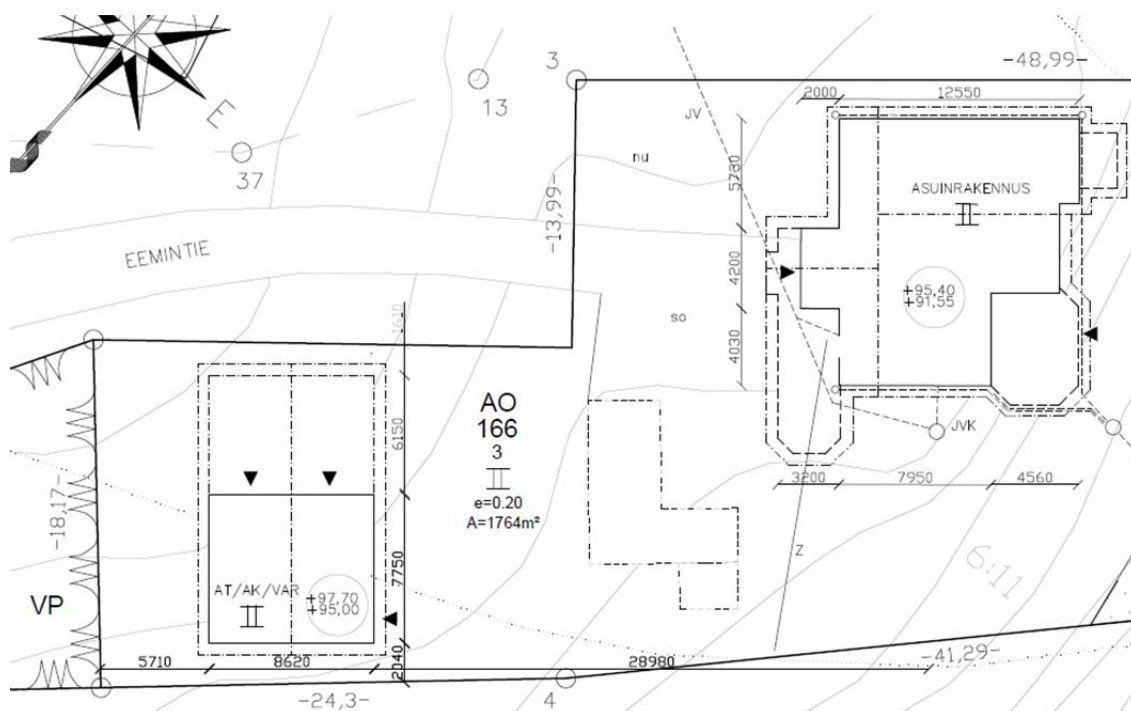
Suunniteltavan rakennuksen käyttötarkoitus on autotalli/varastorakennus. Kahdelle autolle mitoitettun autotallin yhteyteen suunnitellaan vielä lisäksi katospaikat kahdelle autolle. Rakennukseen tulee harkkorakenteinen kellari, jossa on askartelu- ja varastotilat. Julkisivuiltaan rakennus tulee olemaan yhdenmukainen päärakennuksen kanssa. Ulkoverhoukseksi valittiin vaakapaneeli ja vesikatteeksi peltikate. Rakennuksen lämmitysjärjestelmäksi valittiin ilmalämpöpumppu. Rakennuksen ulkonäköä on havainnollistettu tarkemmin mallinnusohjelmasta otetusta perspektiivikuvassa 2.



KUVA 2. Perspektiivikuva rakennuksesta etelään päin

3.3 Sijoitus tontille

Autotalli/varastorakennus sijoitettiin kaavamuutoksessa tonttiin liitetyle alueelle siten että se on samassa linjassa päärakennuksen kanssa. Rakennus sovitettiin rinnemaastoon siten, että sen katokselliset autopaikat tulivat tontille johtavan tien lähetyville. Rakennuksen sijainti tontilla näkyy tarkemmin kuvassa 3.



KUVA 3. Ote asemapiirustuksesta

4 RAKENNESUUNNITTELU

4.1 Rakenteiden mitoitus

Rakennuksen kantavien rakenteiden mitoitusta varten määritettiin vesikatolta, yläpohjalta ja välipohjalta tulevat kuormat, jotka koostuvat rakenteiden omasta painosta, hyötykuormasta sekä lumikuormasta. Näiden perusteella mitoitettiin NR-ristikoiden kannatuspalkki, kellarikerroksen aukonylityspalkki sekä tarvittavat pilarit.

Puurakenteet mitoitettiin Puuinfon eurokoodin mukaisen laskentaesimerkin mukaan, laskennassa hyödynnettiin myös Finnwood 2.3 -ohjelmaa. Harkkorakenteiden mitoitus tehtiin Lecan harkkorakenteiden suunnitteluohjeen mukaisesti. Rakennedetailit piirrettiin Autocad-ohjelmalla hyödyntäen RT-kortistosta saatavia materiaaleja. Laskelmat löytyvät liitteestä 3.

4.2 Rakennetyypit

4.2.1 Perustus

Rakennuksen perustamistavaksi valittiin maanvarainen antura, jonka päälle muurataan neljä harkkokerrosta. Katosrakenteen pilarit tukeutuvat kahden pilarianturan päälle muurattaviin pilariharkkoihin. Perustusten kuivatus toteutetaan käyttämällä 110 mm salaojaputkea ja routasuojaukseen käytetään 100 mm vahvuista routaeristelevyä. Alapohjarakenteeksi valittiin maanvarainen 100 mm paksu teräsbetonilaatta, joka on valettu lämmöneristeenä toimivien EPS-eristelevyjen päälle. Levyjen alla on noin 400 mm:n kerros kapillaarikatkona toimivaa sepeliä.

4.2.2 Välipohja

Välipohjarakenteen suunnittelussa päädyttiin 200 mm paksuun ontelolaatastoon. Ontelolaataston päälle tulee 80 mm paksu pintabetoni, johon on autotallin kohdalla asennettu vesikiertoinen lattialämmitys. Ontelolaatat tukeutuvat päistään ulkoseinien eristeharkkojen sisäkuorelle, askartelutilan-varaston välillä kantavalle väliseinälle sekä osittain betonipilareiden varaan. Autokatoksen kohdalle laatastoon suunniteltiin 600 x 600 mm kokoinen kannellinen aukko, josta polttopuut saadaan kätevästi pudotettua puuvarastoon.

4.2.3 Yläpohja

Yläpohjarakenne suunniteltiin toteutettavaksi tehdasvalmisteisin NR-ristikoin. Niiden yläpintaan kiinnitetään aluskate, korokerimat, ruodelaudoitukset sekä peltikate valmistajan ohjeiden mukaisesti ja alapintaan höyrynsulkumuovi, koolaus ja kipsikartonkilevyt. Autokatoksen kohdalla tulee pelkkä koolaus ja aluslaudoitus. Eristeeksi valittiin 300 mm puhallusvilla ja katemateriaaliksi samanlainen peltikate kuin päärakennuksessakin.

4.2.4 Seinät

Kellarikerroksen ulkoseinät on muurattu kevytsoraharkkoista. Lämpimän askartelutilan seinissä on käytetty 380 mm paksua eristeharkkoa LTH-380 ja kylmien varastotilojen seinissä 380 mm paksua harkkoa RUH-380. Askartelutilan ja varaston välisessä kantavassa väliseinässä on käytetty samaa eristeharkkoa kuin ulkoseinissäkin. Varastojen välinen väliseinä on toteutettu 88 mm paksulla väliseinäharkolla. Autotallin puurakenteiset ulkoseinät on toteutettu 148 mm runkotolpilla.

5 MÄÄRÄLASKENTAPROSESSI

5.1 Määrälaskennan kulku

Laskentaa varten kohteesta tehtiin arkkitehtimalli sekä urakoitsijan tietomalli. Arkkitehtimalliin rakenteet mallinnettiin rakennusosatarkkuudella ja urakoitsijan tietomalliin siten, että eri rakennekerrokset näkyvät yksittäisinä elementteinä. Jokaiseen rakennekerrokseen tehtiin aukot oville ja ikkunoille. Tietomalliin mallinnettiin myös kaikki rakennuksen runkorakenteet. Mallinnetut runkorakenteet näkyvät alla olevassa kuvassa. (kuva 4)



KUVA 4. Mallinnetut runkorakenteet Revit Architecture -ohjelmassa

Tietomalleista saadut määrätiedot tuotiin Exceeliin, jossa ne taulukoitiin ja niiden välisiä eroja vertailtiin keskenään. Kustannuslaskentaa varten määrätiedoista koottiin rakennusosa-arvio. Rakennusosa-arvioon lisättiin yksikköhinnat, jolloin saatiin selville koko hankkeen materiaalikustannukset. Hankkeen työ kustannuksien arvioinnissa käytettiin apuna RATU-ohjekortistoa.

5.2 Määrälaskennan tarkkuuteen vaikuttavat tekijät

Tietomallipohjaisen määrälaskennan tarkkuuteen vaikuttaa moni asia. Tässä työssä käytetyn Revit Architecture -ohjelman oma kattoristikoiden mallinnuspohja mallintaa ristikot siten että ne koostuvat palkeista. Nämä palkit näkyvät luettelossa ja sotkevat laskentaa. Tämä ehkäistiin mallintamalla kattoristikot kokonaisina elementteinä. Ohjelma ei myöskään huomioi sitä että runkorakenteet, kuten runkotolpat ja koolaukset vähentävät lämmöneristeiden menekkejä. Tämä ratkaistiin laskemalla kaikkien eristettyjen rakenteiden runko-osien (runkotolpat, ylä- ja alajuoksut) tilavuus, joka sitten vähennettiin tietomallista saadusta lämmöneristeen materiaalinenkistä. Näin saatiin tarkka teoreettinen menekki. Lisäksi huomattiin merkitystä olevan myös sillä, miten eri rakennekerrokset on mallinnettu. Rakennusosan kaikkien rakennekerrosten pinta-ala on aina sama,

mutta jos materialikerrokset on mallinnettu yksittäisinä elementteinä, materiaalien pinta-alat vaihtelivat.

5.3 Määräluettelot ja niiden analysointi

Arkkitehtimallin ja urakoitsijan tietomallin määrätietojen väliset erot olivat suurimmat autotallin ulkoseinien (US1) materiaaleissa. Muilta osin määrätiedot olivat lähes samat. Taulukossa 2 näkyy ulkoseinän määrätiedot rakennusosatasolla. Kuten taulukosta 2 nähdään ulkoseinän kaikkien rakennekerrosten pinta-ala on sama, vaikka näin ei todellisuudessa suinkaan ole.

ARKKITEHTIMALLI

Materiaali	Pinta-ala	Tilavuus
ulkopaneli	63,1 m ²	- m ³
tuulensuojalevy	63,1 m ²	- m ³
mineraalivilla	63,1 m ²	9,2 m ³
höyrynsulku	63,1 m ²	- m ³
eriste 50mm	63,1 m ²	3,0 m ³
eriste 50mm	63,1 m ²	3,0 m ³
kipsilevy	63,1 m ²	- m ³

TAULUKKO 2. Arkkitehtimallista haetut ulkoseinän määrätiedot

Taulukossa 3 on esitetty urakoitsijan tietomallista saadut määrätiedot autotallin ulkoseinän osalta. Siitä nähdään että materiaalien pinta-alat eroavat toisistaan, kuten kuuluukin. Pinta-aliatiedoissa on myös huomioitu seinän runkorakenteiden eristemenekkejä pienentävä vaikutus.

URAKOITSIJAN TIETOMALLI

Materiaali	Pinta-ala	Tilavuus
ulkopaneli	66,3 m ²	- m ³
tuulensuojalevy	66,7 m ²	- m ³
mineraalivilla	61,6 m ²	7,4 m ³
höyrynsulku	59,9 m ²	- m ³
eriste 50mm	59,9 m ²	2,7 m ³
eriste 50mm	59,1 m ²	2,6 m ³
kipsilevy	62,2 m ²	- m ³

TAULUKKO 3. Urakoitsijan tietomallista haetut ulkoseinän määrätiedot

Taulukossa 4 näkyy urakoitsijan tietomallin määrätietojen muutos verrattuna arkkitehtimallin määrätietoihin. Huomataan että urakoitsijan tietomallista saadut materiaalimenekit ovat pienemmät lukuunottamatta ulkopaneleita ja tuulensuojalevyjä. Esimerkiksi ulkoseinän lämmöneristeen materiaalimenekki on jopa 20 % pienempi kuin arkkitehtimallista saatu tieto. Tällä voisi hyvinkin olla merkitystä laajuudeltaan suuremman rakennusprojektin määrälaskennassa.

MUUTOS

	yks	%
ulkopaneli	3,2 m ²	5 %
tuulensuojalevy	3,6 m ²	6 %
mineraalivilla	-1,8 m ³	-20 %
höyrynsulku	-3,2 m ²	-5 %
eriste 50mm	-0,3 m ³	-10 %
eriste 50mm	-0,4 m ³	-13 %
kipsilevy	-0,9 m ²	-1 %

TAULUKKO 4. Urakoitsijan tietomallin määrätietojen muutos verrattuna arkkitehtimallin määrätietoihin

Ohjelmasta tuodut määrätiedot on koottu TALO-2000 -nimikkeistön mukaiseen rakennusosamääräluetteloon sekä materiaalimenekkiluetteloon. (liitteet 4 ja 5)

Runko-osien osalta määrätiedot näkyvät taulukossa 2. (taulukko 2)

RUNKO-OSIEN MÄÄRÄTIEDOT			
Selite	Tyyppi	Määrä	Tilavuus
NR-kattoristikot	Kattoristikko	17 kpl	-
Liimapuupalkit	115x270	12,2 m	-
Katoksen kannatuspalkit	50x150	10 m	-
Ruoteet AT ja AK	48x48	274 m	-
Ruodelaudat	25x100	496,2 m	-
Autokatoksen ja katoksen pilarit	115x115	20,7 m	-
Runkotolpat	48x148	153 m	1,07 m ³
Maanpaineseinän tukipilarit	300x300	-	1,66 m ³
Ylä- ja alasidepuut	48x148	87,3 m	0,62 m ³
Ovi-, ikkuna- ja nurkkalaudat	21x100	53,6 m	-

TAULUKKO 5. REVIT -ohjelmasta haetut runkokenekit

6 RAKENNUKSEN KUSTANNUSARVIO

6.1 Hankkeen kokonaiskustannukset

Rakennushankkeen kokonaiskustannukseksi muodostui 70 832 euroa, 386 euroa / brm².

Työkustannukset olivat tästä 21 % eli 15 007 euroa, 82 euroa / brm². ja materiaalikustannukset 79 % eli 55 825 euroa, 304 euroa / brm². Työkustannus oli kokonaisuudessaan 813 tth, 4,4 h/brm².

Taulukossa 3 esitetään erittely hankkeen kokonaiskustannuksista. (taulukko 6)

	€ Alv 0 %	€ Alv 23 %	€/brm ²
Materiaalikustannukset	45 386	55 825	304
Työkustannukset	12 201	15 007	82
Kokonaiskustannukset	57 587	70 832	386

TAULUKKO 6. Erittely hankkeen kokonaiskustannuksista

6.2 Kustannusten jakaantuminen ja oman työn osuuden arviointi

Rakennushankkeen kustannusarvio tehtiin rakennusosa-arvion pohjalta ja sen litterointi suoritettiin Talo 2000 -hankenimikkeistöjärjestelmän mukaisesti. On huomioitava että materiaaliuetteloiden arvot ovat teoreettisia määriä, eli materiaalien hukkaa ei ole niissä otettu huomioon. Työmenekit on laskettu RATU-ohjekortiston mukaan. Taulukosta 3 nähdään työ- ja materiaalikustannusten jakautuminen rakennusosittain sekä arvioitu oman työn osuus. (taulukko 7)

Tunnus	Selite	Työkustannukset		Materiaalit (Alv 0 %)	Oman työn osuus	
		tth	€		tth	€
111	Maaosat	116	1 742	1 668		
115	Alueen rakenteet	19	288	2 089		
121	Perustukset	39	587	2 241	5	75
122	Alapohjat	11	158	2 317	7	105
123	Runko	98	1 474	7 367	12	180
124	Julkisivut	176	2 638	11 847	47	705
125	Ulkotasot	8	126	595		
126	Vesikatot	96	1 440	6 346		
131	Tilan jako-osat			252	11	167
132	Tilapinnat			2 936	131	1 962
133	Tilavarusteet			194	2	30
21	LVI-järjestelmät			6 722	15	225
23	Sähköjärjestelmät			813	20	300
	Yhteensä	563	8 452	45 386	250	3 749

TAULUKKO 7. Materiaalit, työtunnit sekä arvioitu oman työn osuus taulukoituna

Alla olevassa taulukossa 5 esitetään hankkeen kokonaiskustannusten jakautuminen kustannuslajeittain. Materiaalikustannusten osuus kokonaiskustannuksista oli 78,8 %, joten työkustannusten osuudeksi jäi 21,2 %. Nämä jakautuivat urakoitsijalta tilattavaan työhön 10 396 €, 14,7 %, sekä itse tehtävään työhön 4 611 €, 6,5 %. (taulukko 8)

Kustannuslaji	€ yhteensä (Alv 23 %)	%
Työkustannukset		
Rakennusurakkatyöt	10 396	14,7
Oman työn osuus	4 611	6,5
Materiaalikustannukset	55 825	78,8
Yhteensä	70 832	100

TAULUKKO 8. Kustannusten jakautuminen kustannuslajeittain

7 TULOKSET JA POHDINTA

7.1 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnitteluvaiheessa selvitettiin tilaajan toiveet tilojen koosta ja muista vaatimuksista. Näiden pohjalta tehtiin kohteen tilasuunnittelu. Rakennuksen yläkertaan suunniteltiin tilava autotalli kahdelle autolle, sekä sen yhteyteen kaksi autokatospaikkaa. Kellarikerrokseen suunniteltiin askartelutilat, sekä 2 varastoa. Toisen varaston kattoon suunniteltiin tilaajan toiveiden mukaisesti luukku, josta polttopuut saadaan pudotettua suoraan varastoon.

Kohteena olevan tontin pinta-ala oli 1754 m² ja tehokkuusluku $e=0,20$, joten tontin koko rakennusoikeus oli 353 m². Tontilla sijaitseva päärakennus vei rakennusoikeutta 231 m² ja suunniteltu autotalli-/varastorakennus 67 m². Rakennusoikeutta jäi siis vielä käyttämättä 55 m².

Rakennus suunniteltiin upotettavaksi riittävän syvälle rinteeseen, siten että alin kerros toimii kellarikerroksena, eikä vie siltä osin tontin rakennusoikeutta. Julkisivumateriaalien valinnassa ei juurikaan arkkitehtisuunnittelua tarvittu, sillä rakennus suunniteltiin yhdenmukaiseksi päärakennuksen kanssa.

7.2 Rakennesuunnittelu

Rakennelaskelmat tehtiin NR-ristikoiden kannatuspalkille, kellarikerroksen aukonylityspalkille, sekä maanpaineseinälle. Tukimuurin rakenteet mitoitettiin taulukoiden avulla. NR-ristikoiden kannatuspalkiksi valittiin 115 x 270 mm liimapuupalkki (GL32c). Liimapuupalkin mitoittavaksi tekijäksi osoittautui sen leikkausjännitys. Palkin käyttöasteeksi saatiin 34 % eli palkin kapasiteetti riittää hyvin. Kellarikerroksen 1600 mm leveän oviaukonylityspalkiksi valittiin Leca Design eristeharkkopalkki LTP-380. Palkille tulevaksi kuormaksi laskettiin 13,05 kN/m ja sen käyttöasteeksi saatiin 69 %. Kellarin maanpaineseinän mitoituksessa käytettiin kevytsoraharkkoa RUH380. Seinän leikkauskestävyydeksi laskettiin 25,67 kN ja sille tulevaksi leikkausvoimaksi 21,77 kN. Käyttöasteeksi saatiin täten 85 %. Rakennelaskelmat ovat tarkemmin esitetty liitteessä 3.

Rakennuksen rakennesuunnittelussa valittiin jokaiseen rakennuksen osaan parhaiten sopiva materiaali. Tämä tehtiin kustannustehokkaasti siten että tuloksesta valmistui rakennusteknisesti toimiva kokonaisuus. Kellarikerroksen kantavat seinät oli kannattavinta tehdä kevytsoraharkkoilla. Seinien aukkojen ylitykset toteutettiin palkkiharkkoilla. Ontelolaataston avulla välipohja saatiin toteutettua ilman lisäkustannuksia tuovia ylimääräisiä kantavia väliseiniä. Tilasuunnittelun vaatimia pitkiä jännevälejä ei olisi ollut järkevää toteuttaa toisena vaihtoehtona olleella liittolaattaratkaisulla.

7.3 Määrä- ja kustannuslaskenta

Revit Architecture -ohjelmalla tehdyn määrälaskentaprosessin aikana löydettiin menetelmiä joilla määrälaskentaa saatiin tarkennettua. Esimerkiksi kattoristikoiden mallinnettaessa ohjelman oma mallinnuspohja mallintaa ne siten että ne koostuvat palkeista. Nämä palkit näkyvät luettelossa ja

sotkevat laskentaa. Tämä ehkäistiin mallintamalla kattoristikot yksittäisinä elementteinä. Ohjelma ei myöskään huomioi sitä että runkorakenteet, kuten runkotolpat ja koolaukset vähentävät lämmöneristeiden menekkejä. Tämä ratkaistiin laskemalla kaikkien eristettyjen rakenteiden runkosien (runkotolpat, ylä- ja alajuoksut) tilavuus, joka sitten vähennettiin tietomallista saadusta lämmöneristeen materiaalimenekistä. Näin saatiin tarkka teoreettinen menekki. Huomattiin myös että mallintamalla rakennusosien kaikki rakennekerrokset yksittäisinä elementteinä, materiaalien pinta-aratiedot tarkentuivat. Tämä vaatii huomattavasti enemmän työtä, koska esimerkiksi ovi- ja ikkuna-aukot on mallinnettava jokaiseen elementtiin erikseen. Tällä menetelmällä materiaalien menekkitiedot ovat kuitenkin lähimpänä todellista menekkiä.

Materiaalimenekkitietoja hyödynnettiin rakennuksen kustannusarviota laskettaessa. Työmenekkien arvionnissa käytettiin Ratu-kortistoa. Rakennushankkeen kokonaiskustannukseksi muodostui 70 832 euroa. Materiaalikustannusten osuudeksi kokonaiskustannuksista saatiin 78,8 % ja työkustannusten osuudeksi 21,2 %. Kuitenkin on huomioitava ettei materiaalien hukkaa huomioitu menekkejä laskettaessa. Lisäksi työkustannukset riippuvat osaltaan rakennusurakoitsijasta.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakennusosamääräluettelon ja kustannusarvion laatiminen, sekä itsetehdyn työn osuuden määrittäminen. Rakennuksesta tehtiin tietomalli Revit Architecture -ohjelmalla, jonka jälkeen tehtiin rakennusosa-arvio tietomallista saatujen määrätietojen avulla. Rakennustöiden menekit laskettiin Ratu-kortiston avulla. Kun materiaali- ja työmenekit saatiin selville, luetteloon lisättiin vielä yksikköhinnat jolloin saatiin aikaiseksi koko hankkeen kustannusarvio. Lopuksi arvioitiin oman työn osuutta. Tavoitteet saavutettiin onnistuneesti. Tuotoksina tilaaja sai kustannusarvion rahoituksen järjestämistä varten, sekä kattavat piirustukset ja laskelmat, joilla voidaan hakea rakennuslupa.

Mielestäni huolellisesti tehty tietomallipohjainen määrälaskenta on tehokas apuväline kustannusten selvittämisessä, sillä se on perinteistä määrälaskentaa nopeampi tapa. Lisäksi tietomallista saatua Excel -muotoista määrätietoa pystyy helposti hyödyntämään eri tarkoituksiin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Cobim. 2012. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 7. Määrälaskenta* [verkkojulkaisu]. Versio 1.0. Helsinki: BuildingSMART Finland [viitattu 27.3.2012]. Saatavissa:

<http://buildingsmart.fi/8>

Karstila, K. 2004. *Rakennusten tuotemallintamisen sanasto*. [verkkojulkaisu]. Versio 1.0. Helsinki: ProIT [viitattu 30.3.2014]. Saatavissa:

http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_sanasto_v10.pdf

RT. 2010a. *TALO 2000 -hankenimikkeistö*. [verkkojulkaisu]. Versio 1.0. Helsinki: Rakennustieto Oy [viitattu 30.3.2014]. Saatavissa:

https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5k2lh5ORz/5k2INsjzj/Files/CurrentFile/Talo_2000_hankenimikkeisto_nettiin_260207.pdf

RT. 2010b. *TALO 2000 -rakennustuotenimikkeistö*. [verkkojulkaisu]. Versio 1.0. Helsinki: Rakennustieto Oy [viitattu 30.3.2014]. Saatavissa:

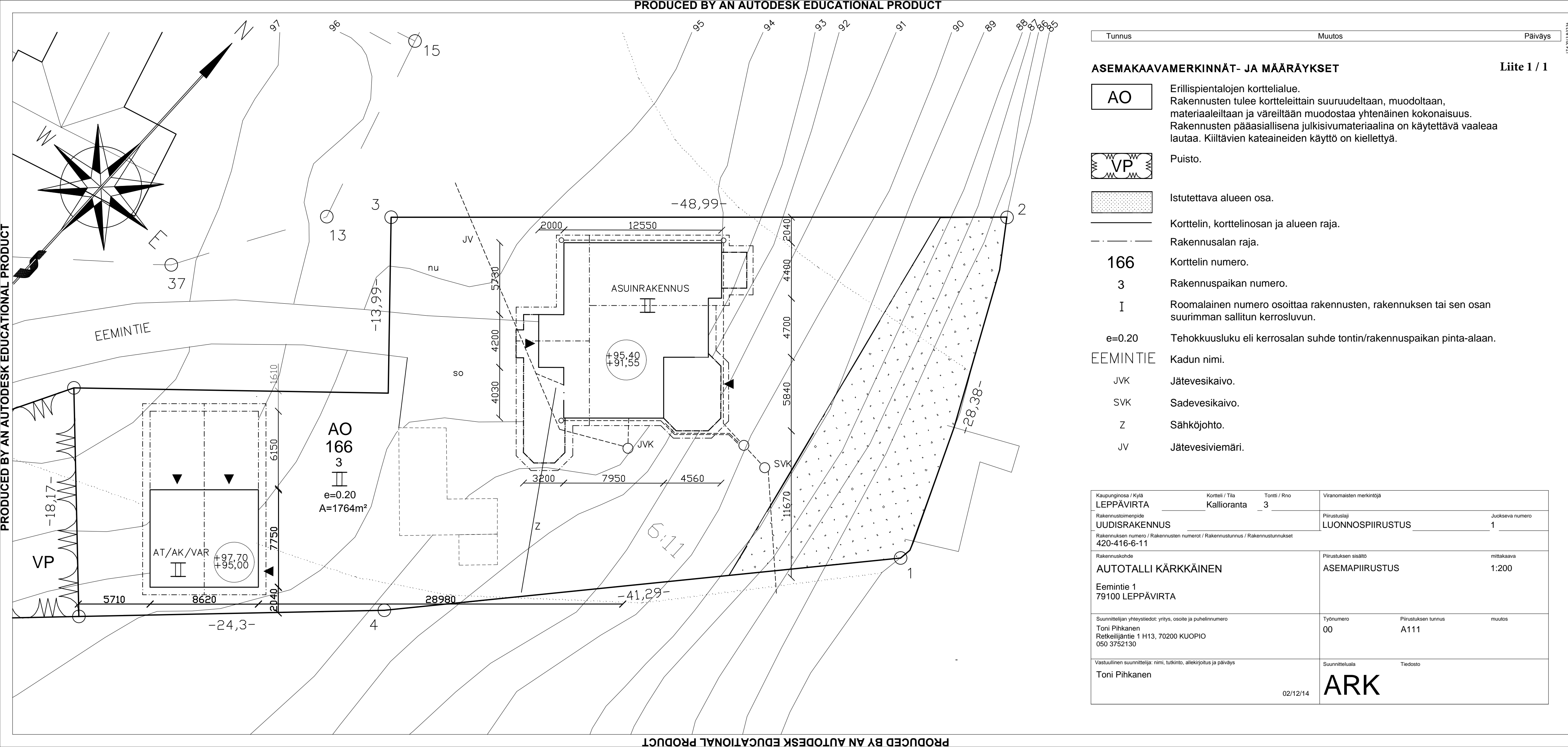
https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5k2lh5ORz/5pLaEH0lw/Talo2000_yleisseloste_99_126.pdf

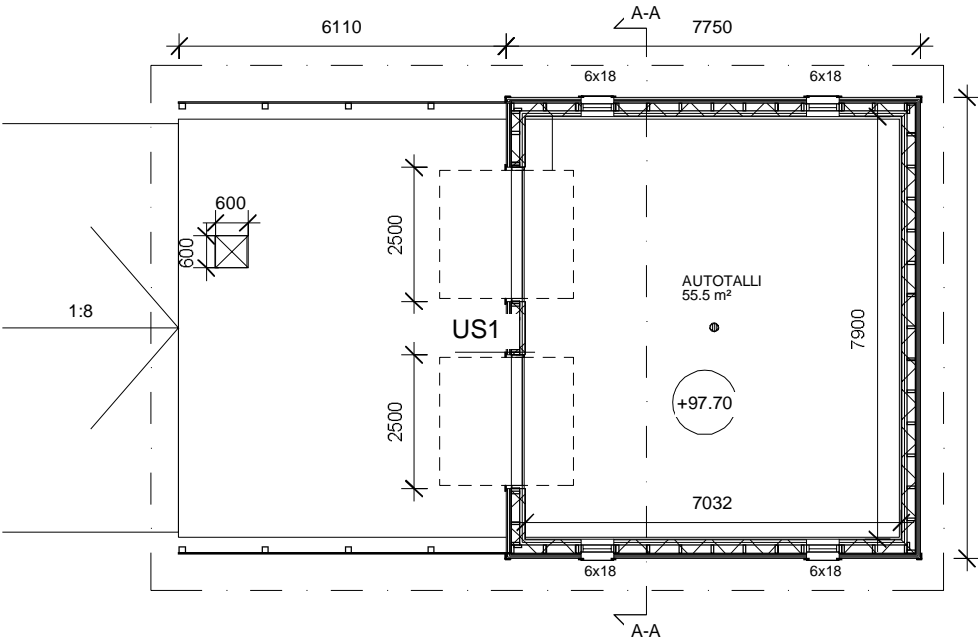
RT. 2010c. *TALO 2000 -tuotantonimikkeistö*. [verkkojulkaisu]. Versio 1.0. Helsinki: Rakennustieto Oy [viitattu 30.3.2014]. Saatavissa:

https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5k2lh5ORz/5nJbaqPye/Talo_2000_tuotantomäärämittausohje_jakelu16022010__2_.pdf

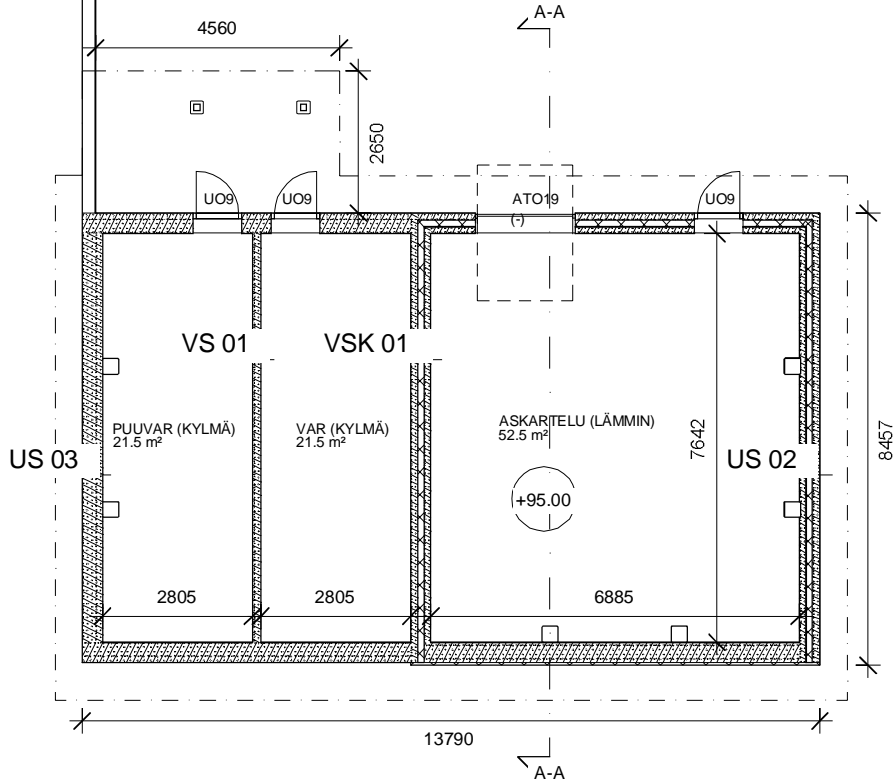
Teittinen, T. *Tietomallipohjainen määrä- ja kustannuslaskenta* [verkkojulkaisu]. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan osasto. Erikoistyö [viitattu 1.4.2014]. Saatavissa:

http://webhotel2.tut.fi/vblab/prodigi/images/4/4b/Erikoistyö_raportti_tt.pdf

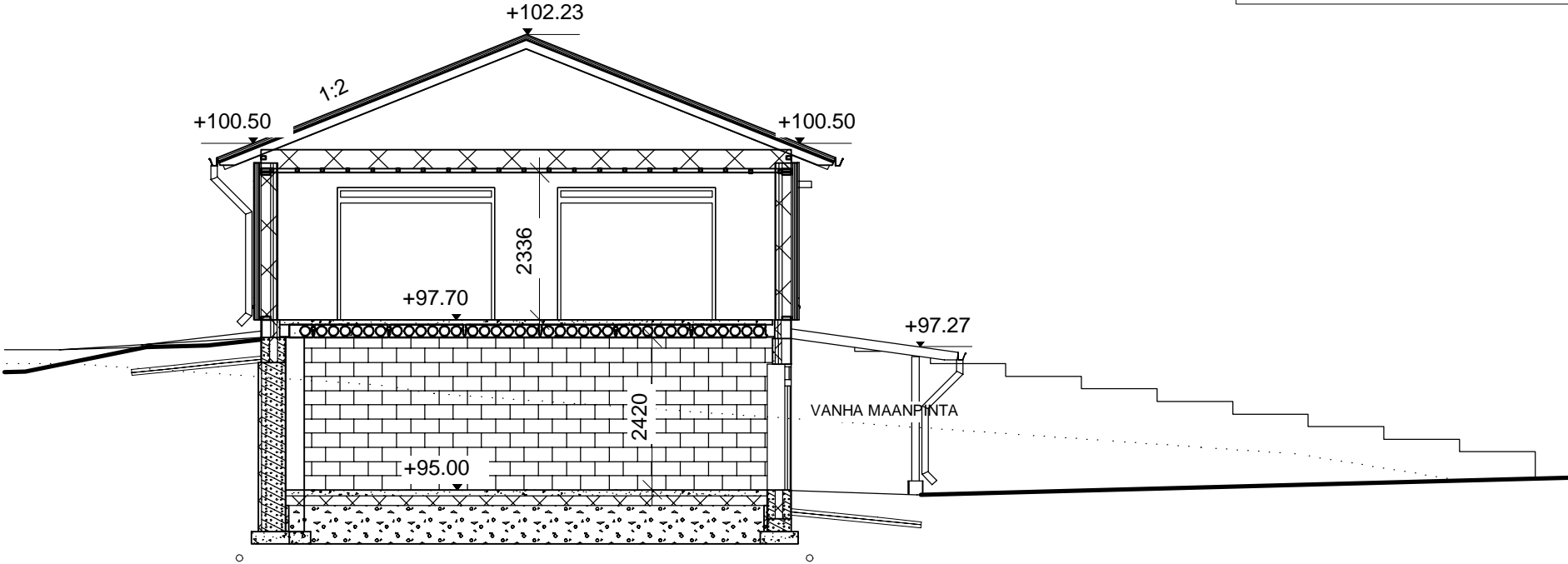




Kaupunginosa / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juokseva numero
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11				
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA			Piirustuksen sisältö POHJAPIIRUSTUS 1. KRS	mittakaava 1:100
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Pihkanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130			Työnumero 00	Piirustuksen tunnus ARK101 muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Toni Pihkanen, RI opiskelija 04/17/12			Suunnitteluala ARK	Tiedosto



Kaupunginosa / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juokseva numero
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11				
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN			Piirustuksen sisältö POHJAPIIRUSTUS KELLARI KRS	mittakaava 1:100
Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA				
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Piikhanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130			Työnumero 00	Piirustuksen tunnus ARK102 muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Designer			Suunnitteluala ARK	Tiedosto
01/28/14				



RAKENTEET

AUTOTALLIN
VESIKATTO JA YLÄPOHJA U-arvo 0,12 W/m2K

PELTIKATE RUUKKI CLASSIC
RUOTEET 100x25
KOROTUSRIMAT 50x22
ALUSKATE
NAULALEVYRISTIKKO / ERISTE 300 mm
HÖYRYNSULKUMUOVI
ALAKATON KOOLAUS 48x48 k400
KIPSILEVY 13 mm

ULKOSEINÄ U-arvo 0,25 W/m2K

VAAKAPANELI 21x145
TUULETUSVÄLI/KOOLAUS 44 mm
TUULENSUOJALEVY 9 mm
RUNKO 48x148 k600 C24 / ERISTE 150 mm
HÖYRYNSULKUMUOVI
KIPSILEVY 13 mm

VÄLIPOHJA U-arvo ? W/m2K

PINTABETONI 80 mm
ONTELOLAATTA 200 mm

ALAPOHJA U-arvo 0,16 W/m2K

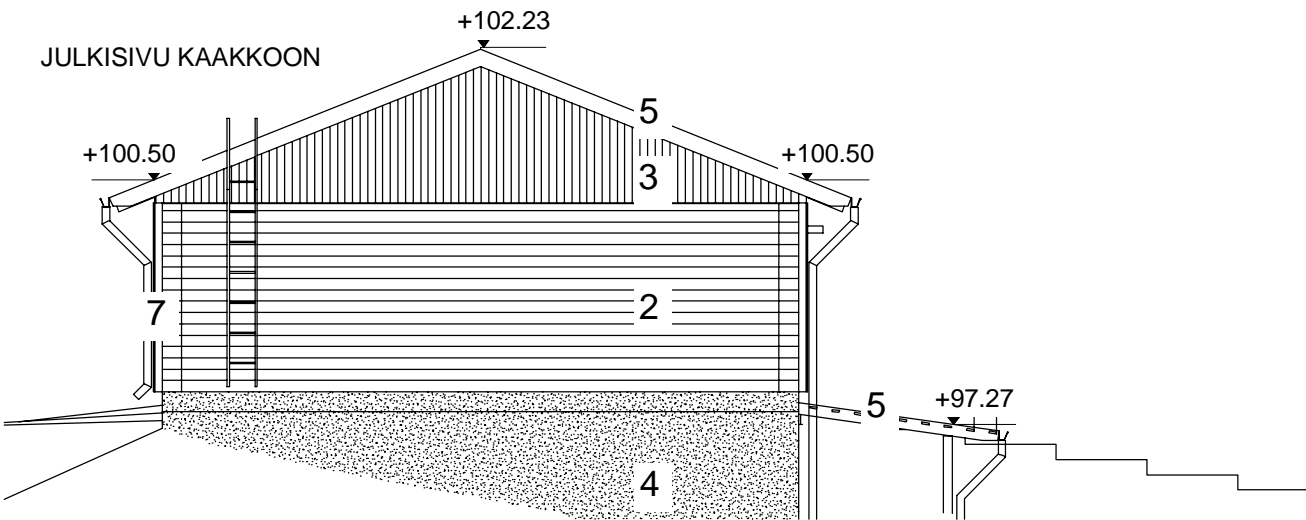
TERÄSBETONILAATTA 100 mm
ERISTE: EPS LATTIA 150 mm
SEPELI 6...32 200 mm
(SUODATINKANGAS)
PERUSMAA

AUTOKATOKSEN
VESIKATTO JA YLÄPOHJA

PELTIKATE RUUKKI CLASSIC
RUOTEET 100x25
KOROTUSRIMAT 50x22
ALUSKATE
NAULALEVYRISTIKKO
ALAKATON KOOLAUS 48x48 k400
HAVUVANERI 12 mm
ALUSLAUDOITUS

Kaupunginosa / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juokseva numero	
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11					
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA			Piirustuksen sisältö LEIKKAUS A-A mittakaava 1:100		
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Pihkanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130			Työnumero 00	Piirustuksen tunnus ARK103	muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Toni Pihkanen, RI opiskelija 04/17/12			Suunnitteluala ARK	Tiedosto	

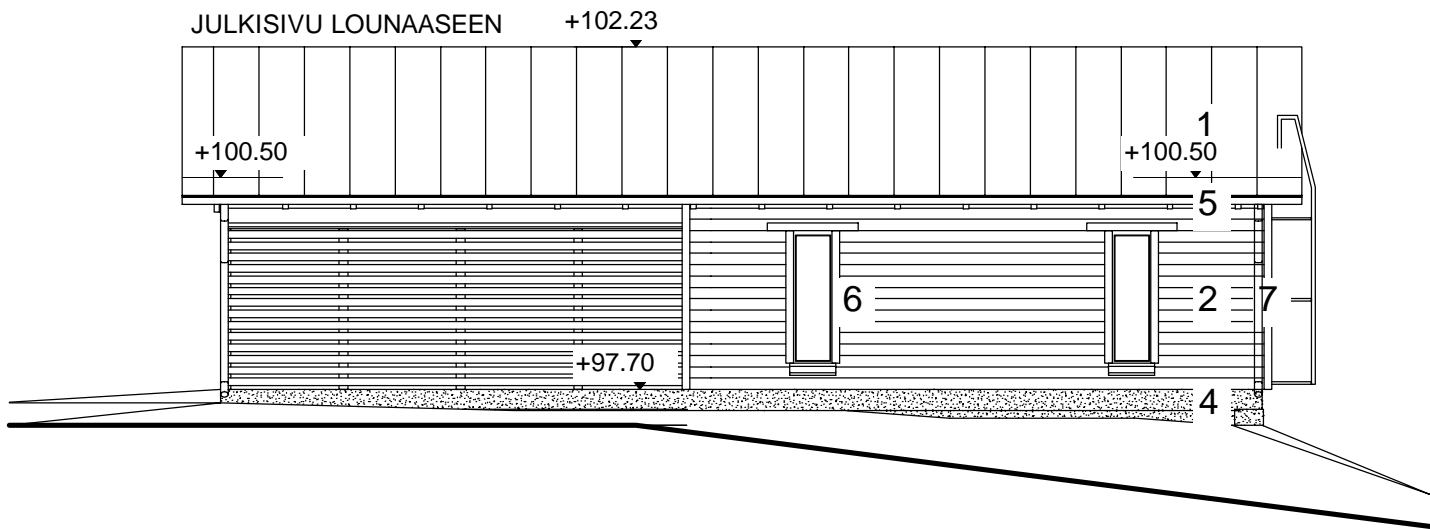
Tunnus	Muutos	Päiväys
--------	--------	---------



JULKISIVUMATERIAALIT

- 1 TERÄSKATE, RUUKKI CLASSIC
- 2 VAAKALAUDOITUS
- 3 PYSTYLAUDOITUS
- 4 ROUHEPINNOITETTU HARKKOSOKKELI
- 5 OTSA- JA RÄYSTÄSLAUDAT
- 6 IKKUNA- JA OVENPIELILAUDAT
- 7 NURKKALAUDAT

- MUSTA
- VIHREÄ
- VIHREÄ
- HARMAA
- VALKOINEN
- VALKOINEN
- VALKOINEN



Kaupunginosa / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piiirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS		Juokseva numero
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11			
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA	Piirustuksen sisältö JULKISIVUPIIRUSTUS, KAAKKO JULKISIVUPIIRUSTUS, LOUNAS		mittakaava 1:100 1:100
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Pihkanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130	Työnumero 00	Piirustuksen tunnus ARK104	muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Toni Pihkanen, RI opiskelija	Suunnitteluala ARK	Tiedosto	
04/17/12			

Tunnus	Muutos	Päiväys
--------	--------	---------

JULKISIVUMATERIAALIT

- 1 TERÄSKATE, RUUKKI CLASSIC

2 VAAKALAUDOITUS

3 PYSTYLAUDOITUS

4 ROUHEPINNOITETTU HARKKOSOKKELI

5 OTSA- JA RÄYSTÄSLAUDAT

6 IKKUNA- JA OVENPIELILAUDAT

7 NURKKALAUDAT
- MUSTA

VIHREÄ

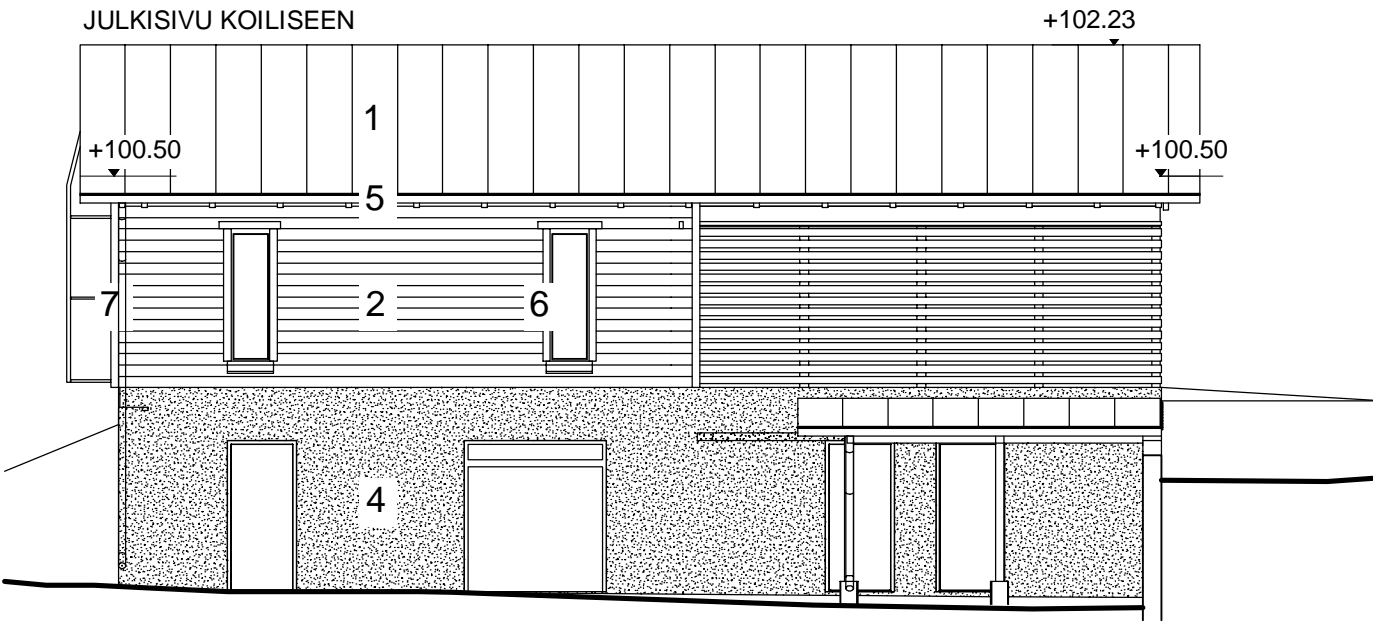
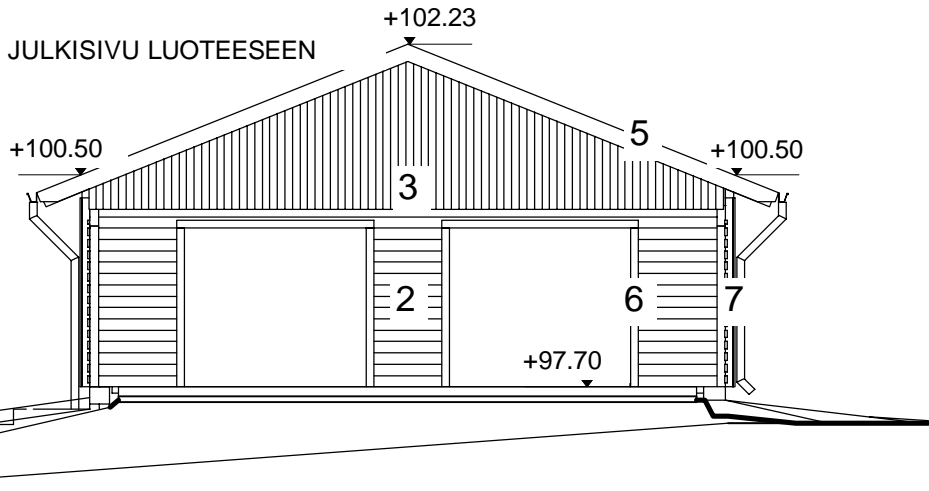
VIHREÄ

HARMAA

VALKOINEN

VALKOINEN

VALKOINEN



Kaupunginosa / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juokseva numero	
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11	Piirustuksen sisältö JULKISIVUPIIRUSTUS, LUODE JULKISIVUPIIRUSTUS, KOILINEN	mittakaava 1:100 1:100	
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA	Työnumero 00	Piirustuksen tunnus ARK105	muutos
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Pihkanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130	Suunnitteluala Toni Pihkanen, RI opiskelija	Tiedosto ARK	

04/17/12

Tunnus	Muutos	Päiväys
--------	--------	---------

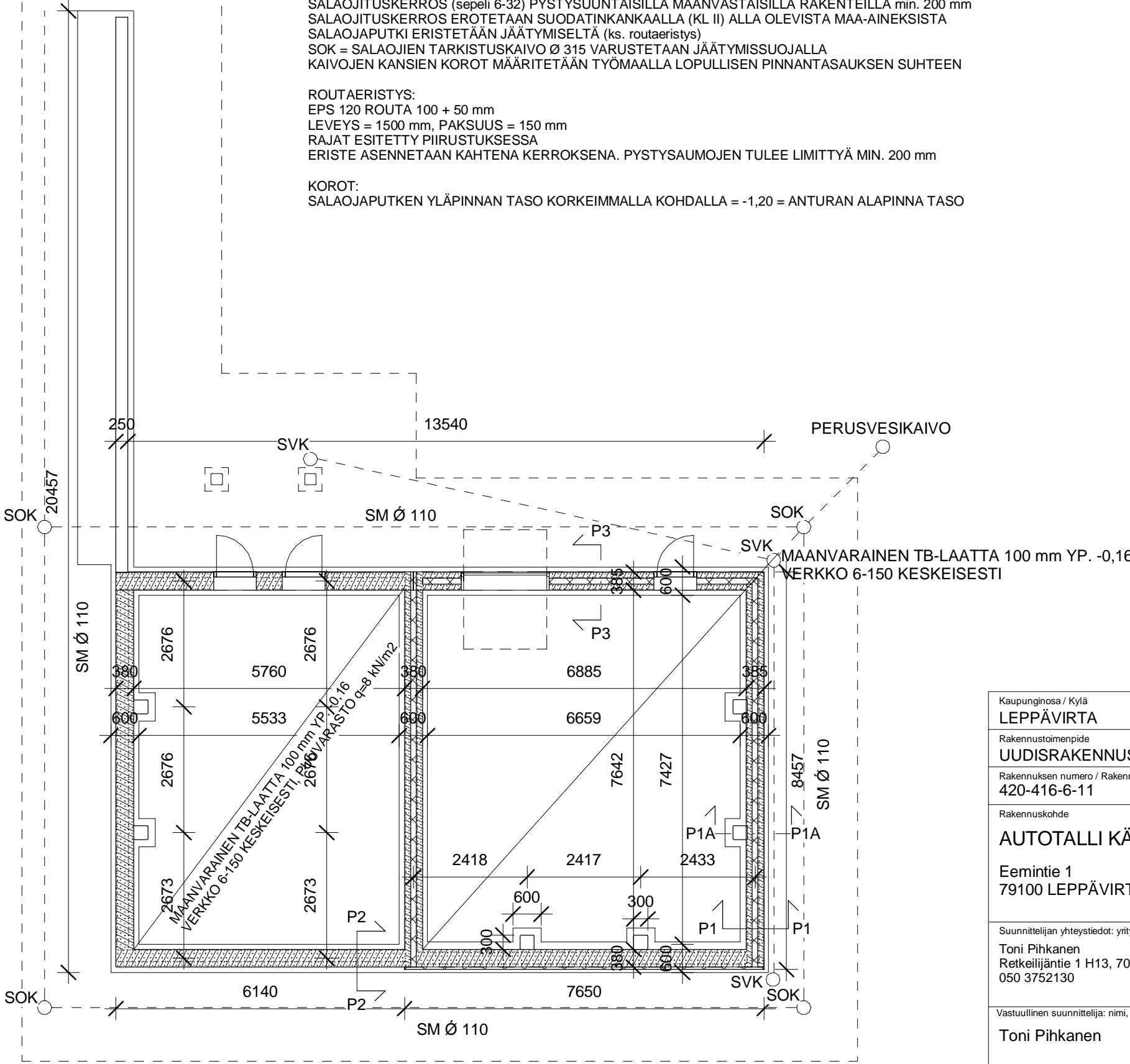
1652014 140310

KOROT:
SOKKELIN YLÄPINNAN TASO +0,00
VARASTON LATTIAN TASO -0,16 =
ANTURAN YLÄPINNAN TASO -1,00
ANTURAN ALAPINNAN TASO -1,20

RAKENNUSPOHJAN KUIVATUS:
SALAOJIEN VEDET JOHDETAAN VIIMEISESTÄ TARKASTUSKAIVOSTA LV-SUUNNITELMIEN MUKAISESTI
SM = MUOVINEN SALAOJAPUTKI VETO TUPLA Ø 110/95
SALAOJITUSKERROS RIL 126-1987 RAKEISUUSKÄYRÄN 1 MUKAISESTI (esim. sepeli 6-16)
SALAOJAPUTKIEN KALTEVUUDEN TULEE OLLA VÄHINTÄÄN 1:200 RAKENNUKSEN SIVUSTOILLA
SALAOJAPUTKEN min. PEITESYVYYS ON 500 mm
SALAOJITUSKERROS SALAOJAPUTKEN SIVUILLA JA ALLA min: 100 mm
SALAOJITUSKERROS (sepeli 6-32) PYSTYSUUNTAISILLA MAANVASTAISILLA RAKENTEILLA min. 200 mm
SALAOJITUSKERROS EROTETAAN SUODATINKANKAALLA (KL II) ALLA OLEVISTA MAA-AINEKSISTA
SALAOJAPUTKI ERISTETÄÄN JÄÄTYMISELTÄ (ks. routaeristys)
SOK = SALAOJIEN TARKISTUSKAIVO Ø 315 VARUSTETAAN JÄÄTYMISSUOJALLA
KAIVOJEN KANSIEN KOROT MÄÄRITETÄÄN TYÖMAALLA LOPULLISEN PINNANTASAUKSEN SUHTEEN

ROUTAERISTYS:
EPS 120 ROUTA 100 + 50 mm
LEVEYS = 1500 mm, PAKSUUS = 150 mm
RAJAT ESITETTY PIIRUSTUKSESSA
ERISTE ASENNETAAN KAHTENA KERROKSENA. PYSTYSAUMOJEN TULEE LIMITTYÄ MIN. 200 mm

KOROT:
SALAOJAPUTKEN YLÄPINNAN TASO KORKEIMMALLA KOHDALLA = -1,20 = ANTURAN ALAPINNA TASO



Kaupunginosa / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piirustustyyli RAKENNEPIIRUSTUS	Juokseva numero	
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11			
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA	Piirustuksen sisältö PERUSTUKSEN TASOPIIRUSTUS	mittakaava 1:100	
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Pihkanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130	Työnumero 00	Piirustuksen tunnus RAK101	muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Toni Pihkanen	Suunnitteluala RAK	Tiedosto	

01/29/14

Kattotuolien alapaarteet suoritetaan ristositeiden avulla, tarvittaessa ristositeiden määrää lisätään. Kattotuolien diagonaalien nurjahdustuenta tehdään kattotuolivalmistajan ohjeiden mukaan.

Kaupunginosa / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11			
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN	Piiirustuksen sisältö 1. KRS RUNKO + VESIKATTO		mittakaava 1:50
Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA			
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Pihkanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130	Työnnumero 00	Piirustuksen tunnus RAK102	muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväs Toni Pihkanen	Suunnitteluala RAK	Tiedosto	
01/29/14			



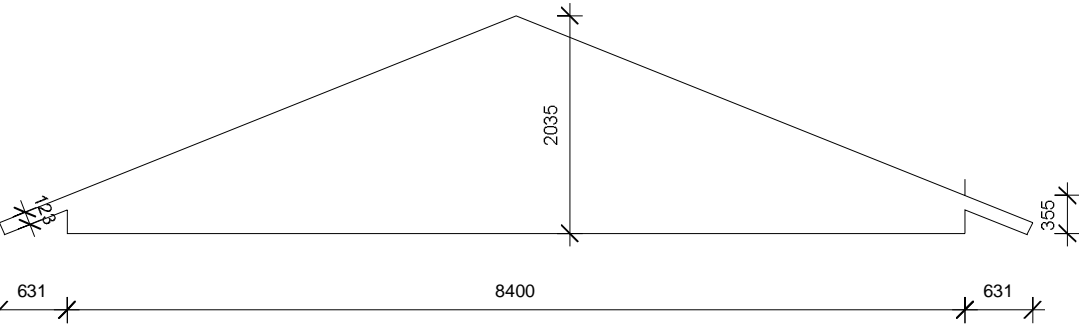
Ontelolaattojen tukipituus ≥ 65 mm
Ontelolaatat tukeutuvat MEH-400
valueristeharkon sisäkuorelle

Kaupunginosia / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS		
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11			Juokseva numero
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA	Piirustuksen sisältö ONTELOLAATTOJEN TASOPIIRUSTUS, VÄLIPOHJA		mittakaava 1:50
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Pihkanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130	Työnumero 00	Piirustuksen tunnus RAK103	muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Toni Pihkanen 09/25/12	Suunnitteluala RAK		
Tiedosto			

RISTIKKO R1

16 KPL

HUOM!
RISTIKOT MITOITETAAN MYÖS JATKUVALLE TUELLE
HARJAN KOHDALLE PYSTYPUU



RISTIKKOJAKO 900 mm
RUODAJAKO 350 mm

KUORMITUS:

YLÄPAARRE 2,50 kN/m2
LUMIKUORMA 0,6 kN/m2
TUULIKUORMA 0,6 kN/m2
RAKENTEET 0,6 kN/m2

ALAPAARRE
HYÖTYKUORMA kN/m2
RAKENTEET 0,5 kN/m2

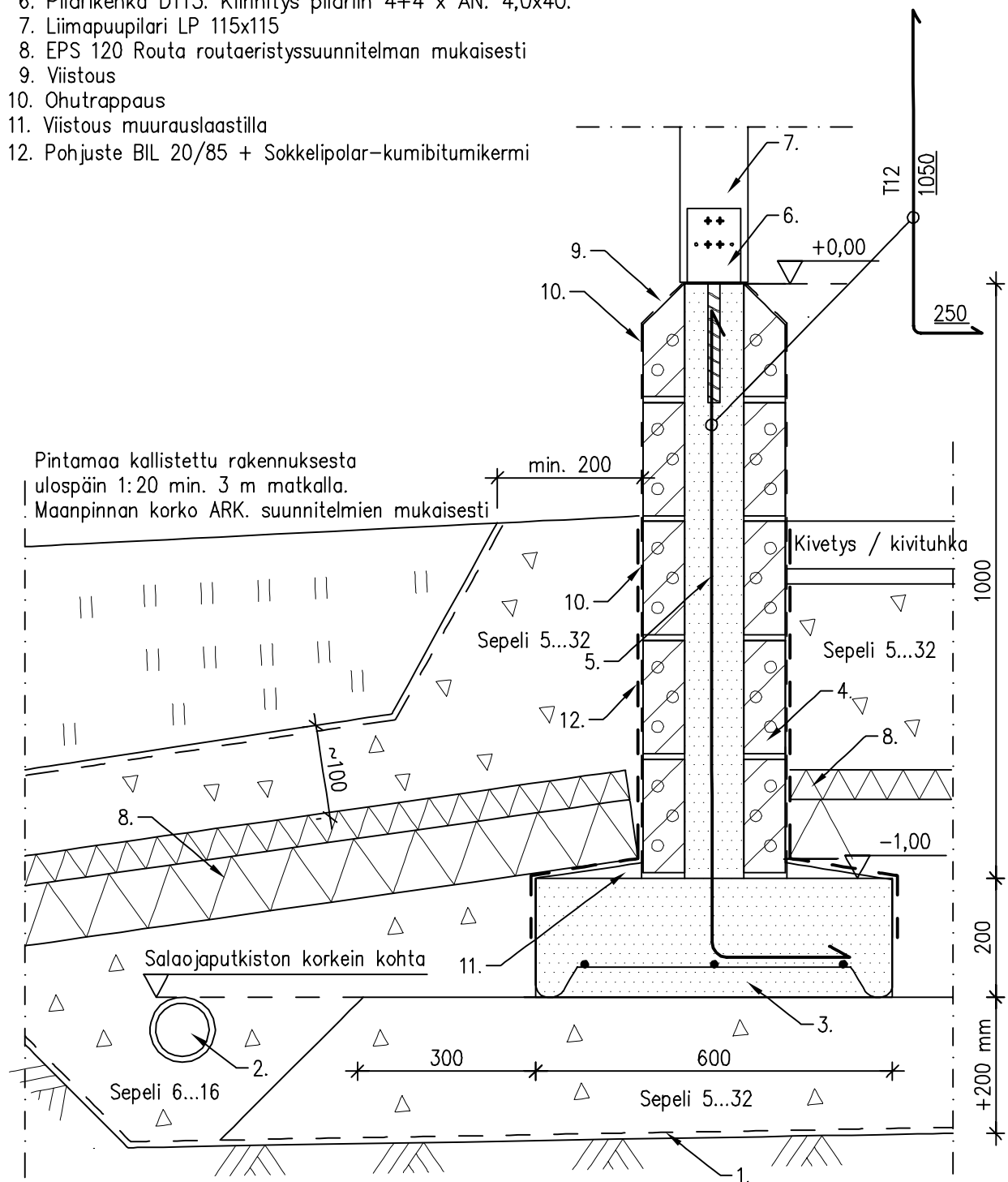
Tunnus	Muutos	Päiväys
--------	--------	---------

Liite 4 / 2

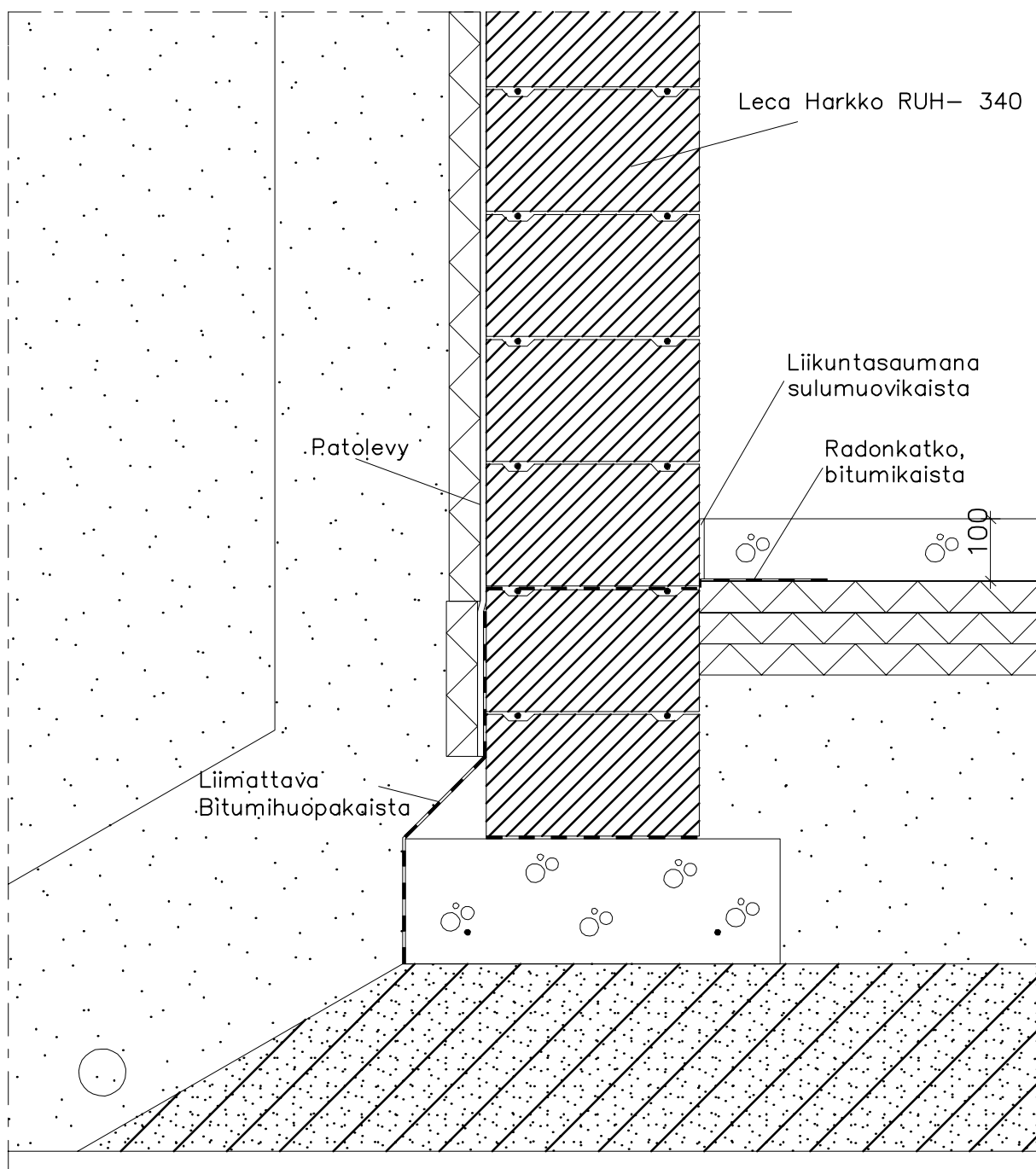
Kaupunginosa / Kylä LEPPÄVIRTA	Kortteli / Tila Kallioranta	Tontti / Rno 3	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset 420-416-6-11		Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS	Juokseva numero
Rakennuskohde AUTOTALLI KÄRKKÄINEN Eemintie 1 79100 LEPPÄVIRTA	Piirustuksen sisältö RISTIKKOKAAVIO		mittakaava 1:50	
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Toni Pihkanen Retkeilijäntie 1 H13, 70200 KUOPIO 050 3752130	Työnumero 00		Piirustuksen tunnus RAK104	muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Toni Pihkanen 01/30/14	Suunnitteluala RAK		Tiedosto	

Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö ÄNTURAN, SOKKELIN JA KATOKSEN PILARIN LIITTYMINEN AT/AK/VAR	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP
S4.1		

1. Suodatinkangas KL2
2. Tupla salaojaputki 110
3. Antura 600x200. Raudoitus 2 x T10 / 3 x T8. Betoni: Valmisbetoni: K30 2, XC2, max.raek. 32
4. PH-240 (pilariharkko 240x240) Harkot muurataan muurauslaastilla M100/500 keskusta valetaan sementtilaastilla S30
5. Pilarin raudoitus T12 L-250 + 1050 keskeisesti
6. Pilarikenkä D115. Kiinnitys pilariin 4+4 x AN. 4,0x40.
7. Liimapuupilari LP 115x115
8. EPS 120 Routa routaeristysuunnitelman mukaisesti
9. Viistous
10. Ohutrappaus
11. Viistous muurauslaastilla
12. Pohjuste BIL 20/85 + Sokkelipolar-kumibitumikermi

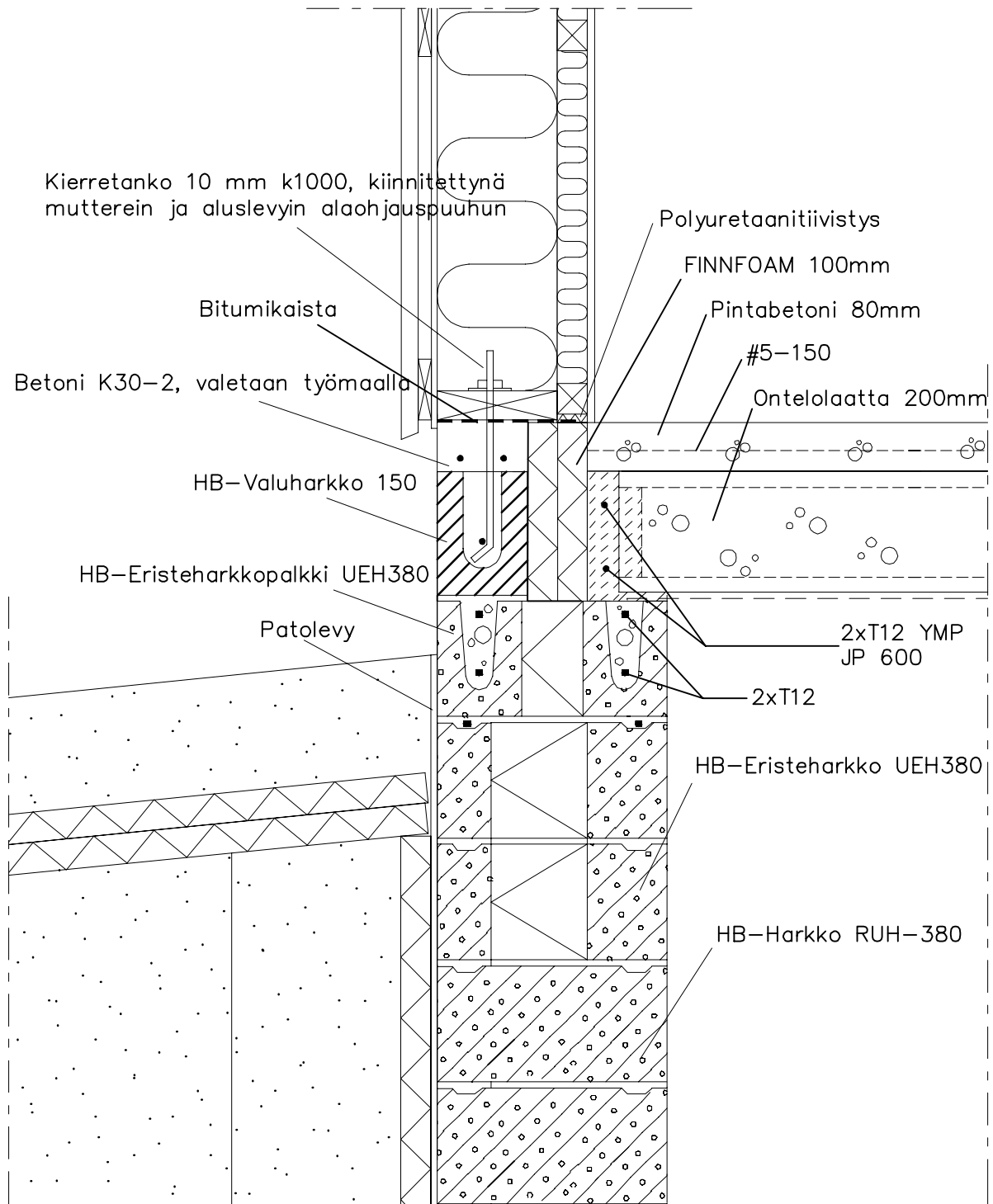


Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö ANTURAN, SOKKELIN JA ALAPOHJAN LIITTYMINEN AUTOTALLI		
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro		S1.1
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP	



- Maanpaineseinien rauditus joka toinen vaakasauma 2 x 8mm ja joka toinen 2 x 12mm
- Anturan rauditus 2 x 12mm, jatkospituus > 700mm
- Teräket A500HW

Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKÄINEN	Sisältö SOKKELIN, VÄLIPOHJAN JA SEINÄRAKENTEEN LIITTYMINEN AUTOTALLI JA VARASTO	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP
R1.9		



– Teräkset A500HW, suojabetoni 25mm

Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö KATON JA SEINÄRAKENTEEN LIITYMINEN AUTOTALLI	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP
R1.1		

1. Yläjuoksu 48x148. Kiinnitys: runkotolppiin 2 x N1 / liitos eristekaista yläjuoksun ja yläsidepuun välille
2. Yläsidepuu 48x148. Kiinnitys: yläjuoksuun 2 x N1 k300
3. Koolaus 48x48 k400. Kiinnitys: kattotuoliin 2 x N1 / liitos
4. Reunimmainen 48x48 puu kiinnitetään myös yläsidepuuhun N1 k300
5. Levyjen kiinnitys tasopiirustuksen ja kiinnitysdetailien mukaisesti
6. Aluslaudat 18x95 / 20x95 / 21x95 k105. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
7. Otsalaudat: 21x145. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
8. Korokerima 22x50. Kiinnitys N2 k600
9. Aluskate
10. Korokelauta 22x100. Kiinnitys N2 k600
11. Ruoteet 75x50. Kiinnitys 2 x N1 / liitos
12. Alin tiilikerta kiinnitetään ruoteisiin N1 / tiili
13. Tuulenohjain. Kiinnitys kattoristikoihin kiinnitettävillä 22x50 rimoilla. Rimat naulataan 2 x N2 / rima
14. Höyrynsulkumuovi. Katon ja seinän muovien limitys yläjuoksun kohdalla
15. Kulmarauta 60*60*2,5*60 (BMF). Kiinnitys 4+4 x AN. 4,0*40
16. 50x75 ristikoiden väliin. Kiinnitys 2 x N1 / liitos

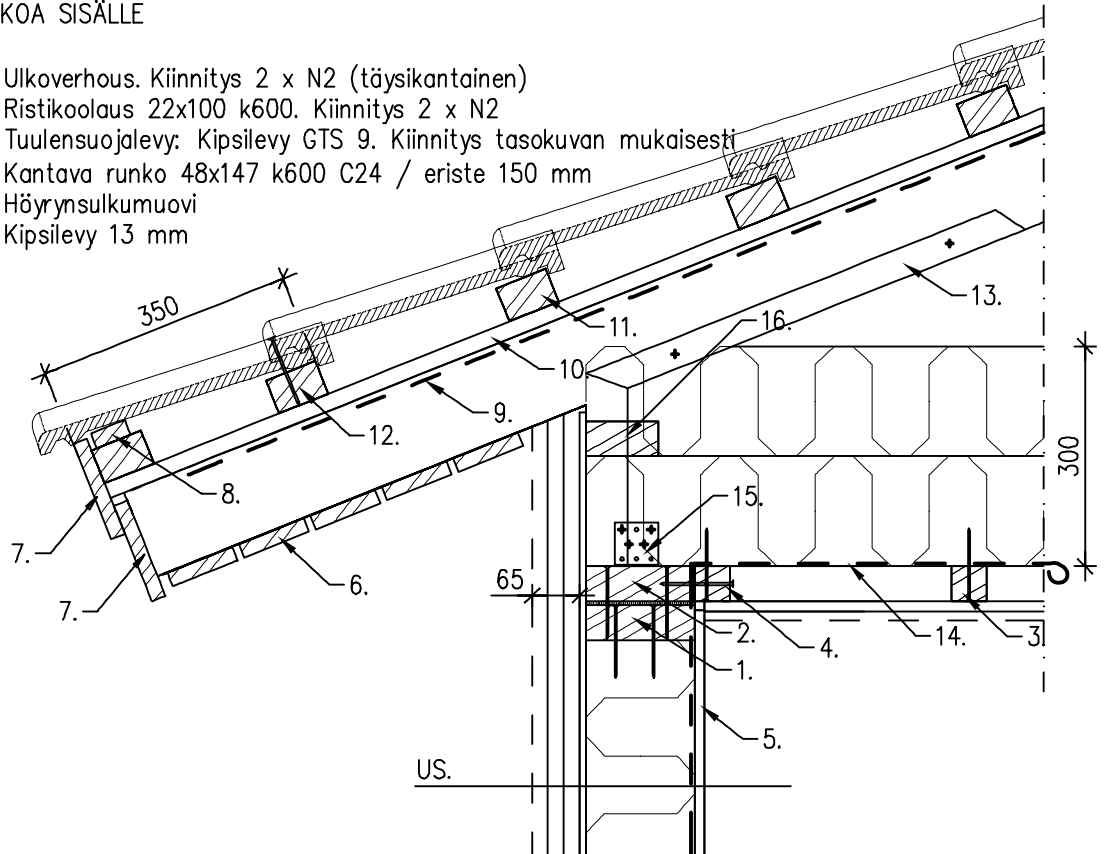
N1 = lankanaula 100x34 kuumasinkitty / konenaula 90x3,1 kuumasinkitty

N2 = lankanaula 60x25 kuumasinkitty / konenaula 65x2,8 kuumasinkitty

US.

RAKENNE ULKOA SISÄLLE

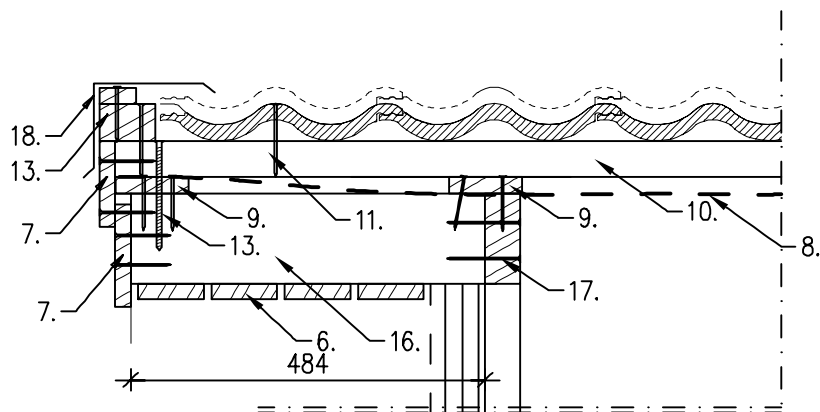
- 21 mm Ulkoverhous. Kiinnitys 2 x N2 (täysikantainen)
- 22+22 mm Ristikoolaus 22x100 k600. Kiinnitys 2 x N2
- 9 mm Tuulensuojalevy: Kipsilevy GTS 9. Kiinnitys tasokuvan mukaisesti
- 148 mm Kantava runko 48x147 k600 C24 / eriste 150 mm
- Höyrynsulkumuovi
- 13 mm Kipsilevy 13 mm



Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö KATON JA PÄÄTYSEINÄRAKENTEEN LIITTYMINEN AUTOTALLI	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP

R2.1

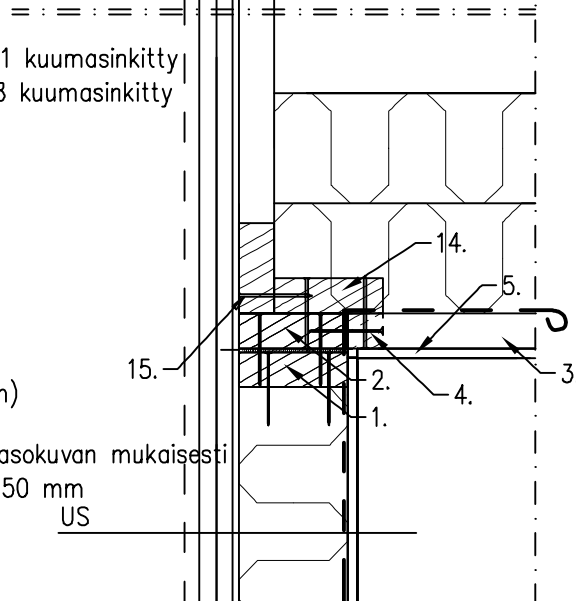
1. Yläjuoksu 48x148. Kiinnitys: runkotolppiin 2 x N1 / liitos eristekaista yläjuoksun ja yläsidepuun välille
2. Yläsidepuu 48x148. Kiinnitys: yläjuoksuun 2 x N1 k300
3. Koolaus 48x48 k400. Kiinnitys: kattotuoliin 2 x N1 / liitos
4. 48x48 L-350 puu koolauksen k400 väleihin. Kiinnitys: kattotuoliin 2 x N1 / puu
5. Levyjen kiinnitys tasopiirustuksen ja kiinnitysdetaljen mukaisesti
6. Aluslaudat 18x95 / 20x95 / 21x95 k105. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
7. Otsalaudat: alin 21x145, ylin 21x120. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
8. Aluskate
9. Korokelauta 22x100. Kiinnitys N2 k~700
10. Ruoteet 75x50. Kiinnitys 2 x N1 / liitos
11. Reunimmainen tiilikerta kiinnitetään ruoteisiin N1 / tiili
12. Puuruuvi M8 L-150. Esiporaus Ø 6 mm.
13. 75x50 + 50x22. Kiinnitys N1 + N2 k~700
14. 48x148. Kiinnitys N1 k 300
15. N1 k 600
16. 42x123 / 48x123 joka toisen ruoteen kohdalle
17. 2 x N1 / liitos
18. Räystäspelti



N1 = lankanaula 100x34 kuumasinkitty / konenaula 90x3,1 kuumasinkitty
 N2 = lankanaula 60x25 kuumasinkitty / konenaula 65x2,8 kuumasinkitty

US.
 RAKENNE ULKOA SISÄLLE

21 mm Ulkoverhous. Kiinnitys 2 x N2 (täysikantainen)
 22+22 mm Ristikoolaus 22x100 k600. Kiinnitys 2 x N2
 9 mm Tuulensuojalevy: Kipsilevy GTS 9. Kiinnitys tasokuvan mukaisesti
 148 mm Kantava runko 48x147 k600 C24 / eriste 150 mm
 Höyrynsulkumuovi
 13 mm Kipsilevy 13 mm



Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö KATON JA SEINÄRAKENTEEN LIITYMINEN AUTOKATOS JA AUTOTALLI	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	R3.4
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP

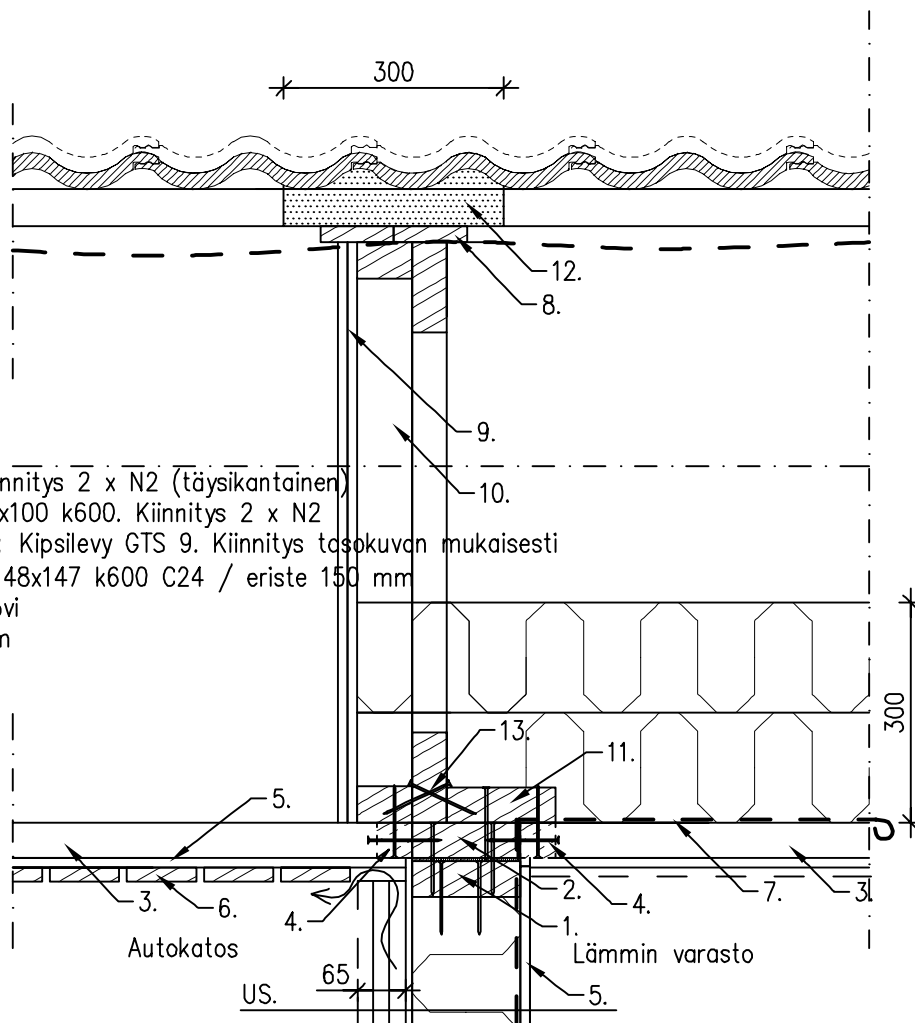
1. Yläjuoksu 48x148. Kiinnitys: runkotolppiin 2 x N1 / liitos eristekaista yläjuoksun ja yläsidepuun välille
2. Yläsidepuu 48x148. Kiinnitys: yläjuoksuun 2 x N1 k300
3. Koolaus 48x48 k400. Kiinnitys: kattotuoliin, yläpuuhun ja 50x75 rungon alajuoksuun 2 x N1 / liitos
4. Reunimainen 48x48 L-350 puu koolauksen k400 väleihin. Kiinnitys: yläsidepuuhun 2 x N1 / puu
5. Levyjen kiinnitys tasopiirustuksen ja kiinnitysdetaljen mukaisesti
6. Aluslaudat 18x95 / 20x95 / 21x95 k105. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
7. Höyrynsulkumuovi. Katon ja seinän muovien limitys yläjuoksun kohdalla
8. 22x100
9. 2 x kipsilevy 13 mm
10. Runko 50x75 k600
11. Yläpuu 48x148. Kiinnitys N1 k 300
12. Kivivilla: Paroc UNS. Tiivis sovitus ruoteiden väliin katemateriaalin 22x100 lautojen välille
13. 2 x N1 k 300

N1 = lankanaula 100x34 kuumasinkitty / konenaula 90x3,1 kuumasinkitty

N2 = lankanaula 60x25 kuumasinkitty / konenaula 65x2,8 kuumasinkitty

US.
RAKENNE ULKOA SISÄLLE

- | | |
|----------|--|
| 21 mm | Ulkoverhous. Kiinnitys 2 x N2 (täysikantainen) |
| 22+22 mm | Ristikoolaus 22x100 k600. Kiinnitys 2 x N2 |
| 9 mm | Tuulensuojalevy: Kipsilevy GTS 9. Kiinnitys tasokuvan mukaisesti |
| 148 mm | Kantava runko 48x147 k600 C24 / eriste 150 mm |
| | Höyrynsulkumuovi |
| 13 mm | Kipsilevy 13 mm |

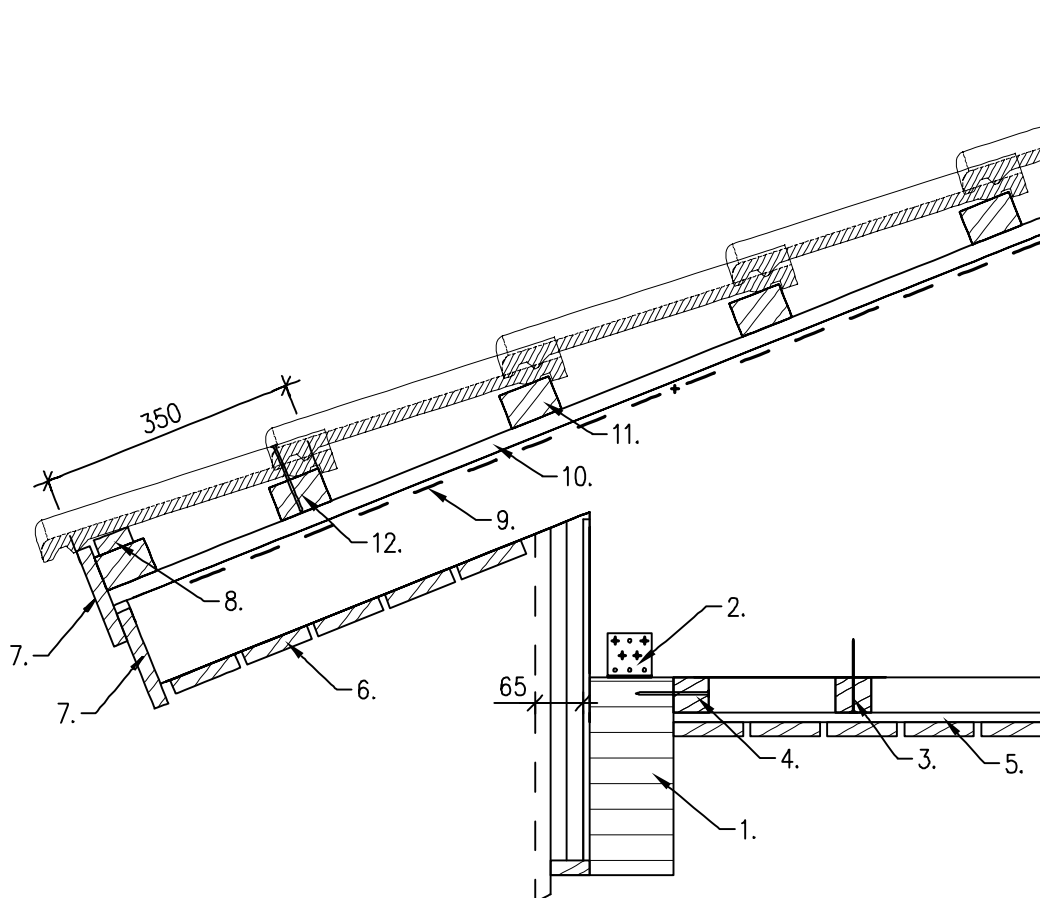


Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKÄINEN	Sisältö KATON JA LIIMAPUUPALKIN LIITTYMINEN AUTOKATOS	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP
R6.3		

1. Liimapuupalkki 115x270
2. Kulmarauta 60*60*2,5*60 (BMF). Kiinnitys 4+4 x AN. 4,0*40
3. Koolaus 48x48 k400. Kiinnitys: kattotuoliin 2 x N1 / liitos
4. Reunimmainen 48x48 puu kiinnitetään myös liimapuupalkkiin N1 k300
5. Levyjen kiinnitys tasopiirustuksen ja kiinnitysdetaljien mukaisesti
6. Aluslaudat 18x95 / 20x95 / 21x95 k105. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
7. Otsalaudat: 21x145. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
8. Korokerima 22x50. Kiinnitys N2 k600
8. Aluskate
10. Korokelauta 22x100. Kiinnitys N2 k600
11. Ruoteet 75x50. Kiinnitys 2 x N1 / liitos
12. Alin tiilikerta kiinnitetään ruoteisiin N. 3,1*90

N1 = lankanaula 100x34 kuumasinkitty / konenaula 90x3,1 kuumasinkitty

N2 = lankanaula 60x25 kuumasinkitty / konenaula 65x2,8 kuumasinkitty

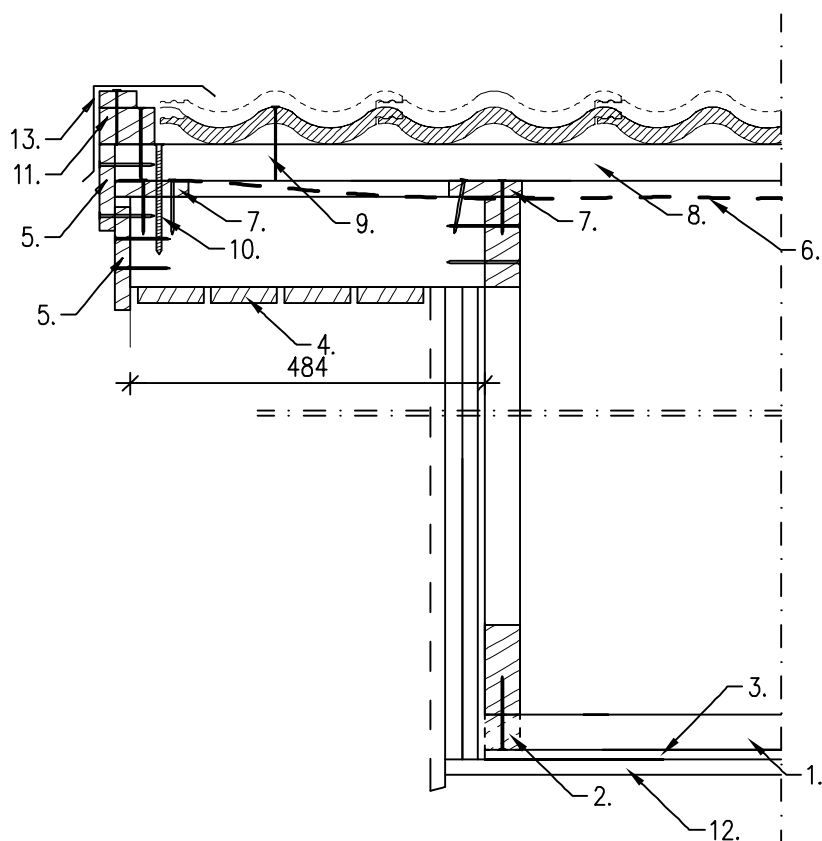


Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö KATON JA KATOKSEN YLÄPOHJAN LIITTYMINEN AUTOKATOS	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	R8.1
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP

1. Koolaus 48x48 k400. Kiinnitys: kattotuoliin 2 x N1 / liitos
2. 48x48 L-350 puu koolauksen k300 väleihin. Kiinnitys: kattotuoliin 2 x N1 / puu
3. Levyjen kiinnitys tasopiirustuksen ja kiinnitysdetaljien mukaisesti
4. Aluslaudat 18x95 / 20x95 / 21x95 k105. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
5. Otsalaudat: alin 21x145, ylin 21x120. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
6. Aluskate
7. Korokelauta 22x100. Kiinnitys N2 k600
8. Ruoteet 75x50. Kiinnitys 2 x N1 / liitos
9. Reunimmainen tiilikerta kiinnitetään ruoteisiin N. 3,1*90
10. Puuruuvi M8 L-150. Esiporaus Ø 6 mm.
11. 75x50 + 50x22. Kiinnitys N1 + N2 k~700
12. Aluslaudat 18x95 / 20x95 / 21x95 k105. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
13. Rästäspelti

N1 = lankanaula 100x34 kuumasinkitty / konenaula 90x3,1 kuumasinkitty

N2 = lankanaula 60x25 kuumasinkitty / konenaula 65x2,8 kuumasinkitty

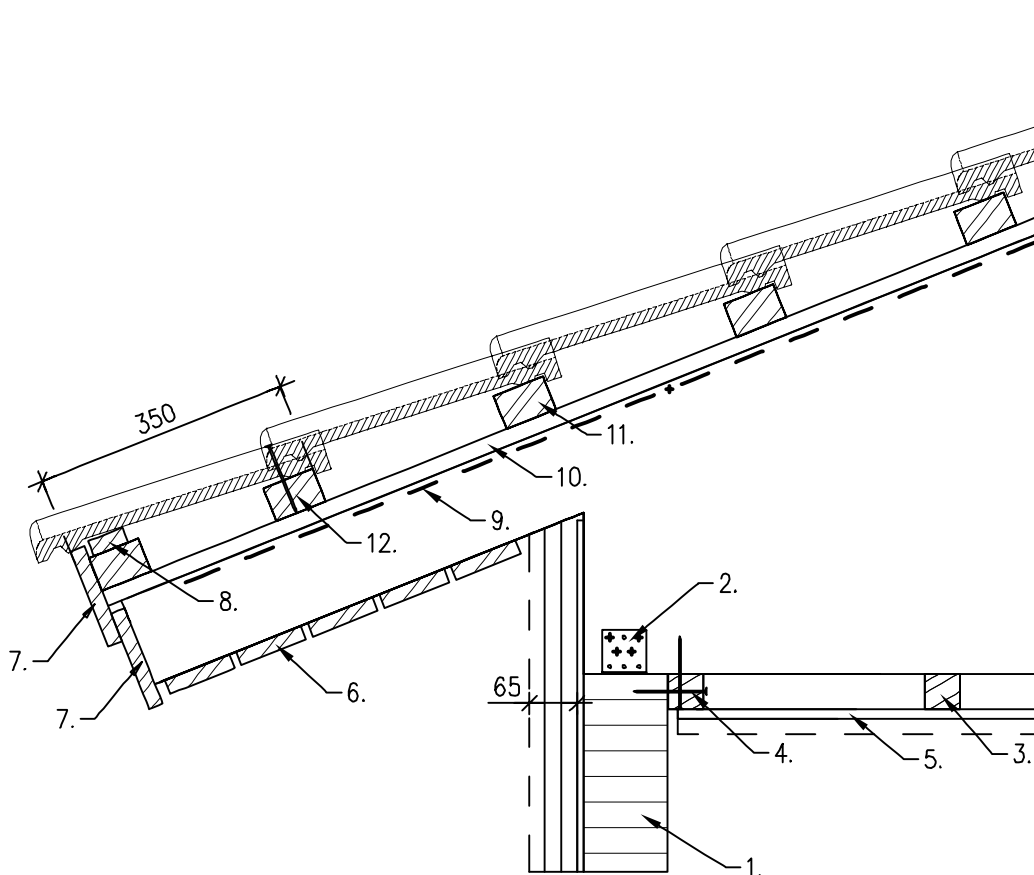


Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö KATON JA LIIMAPUUPALKIN LIITTYMINEN	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	R10.1
	Päiväys 13.3.2014	
	Tekijä TJAP	

1. Liimapuupalkki 115x225 / 115x270
2. Kulmarauta 60*60*2,5*60 (BMF). Kiinnitys 4+4 x AN. 4,0*40
3. Koolaus 48x48 k400. Kiinnitys: kattotuoliin 2 x N1 / liitos
4. Reunimmainen 48x48 puu kiinnitetään myös liimapuupalkkiin N1 k300
5. Havuvanereri 12 mm. Kiinnitys tasopiirustuksen ja kiinnitysdetaljien mukaisesti
6. Aluslaudat 18x95 / 20x95 / 21x95 k105. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
7. Otsalaudat: 21x145. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
8. Korokerima 22x50. Kiinnitys N2 k600
9. Aluskate
10. Korokelauta 22x100. Kiinnitys N2 k600
11. Ruoteet 75x50. Kiinnitys 2 x N1 / liitos
12. Alin tiilikerta kiinnitetään ruoteisiin N. 3,1*90

N1 = lankanaula 100x34 kuumasinkitty / konenaula 90x3,1 kuumasinkitty

N2 = lankanaula 60x25 kuumasinkitty / konenaula 65x2,8 kuumasinkitty



Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö KATON JA SEINÄRAKENTEEN LIITYMINEN AUTOKATOS	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP
R11.1		

1. Yläjuoksu 48x148. Kiinnitys: runkotolppiin 2 x N1 / liitos
2. Yläsidepuu 48x148. Kiinnitys: yläjuoksuun 2 x N1 k300
3. Koolaus 48x48 k400. Kiinnitys: kattotuoliin 2 x N1 / liitos
4. Reunimmainen 48x48 puu kiinnitetään myös yläsidepuuhun N1 k300
5. Havuwaneri 12 mm. Kiinnitys tasopiiirustuksen ja kiinnitysdetaljien mukaisesti
6. Aluslaudat 18x95 / 20x95 / 21x95 k105. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
7. Otsalaudat: 21x145. Kiinnitys: 2 x N2 / liitos
8. Korokerima 22x50. Kiinnitys N2 k600
9. Aluskate
10. Korokelauta 22x100. Kiinnitys N2 k600
11. Ruoteet 75x50. Kiinnitys 2 x N1 / liitos
12. Alin tiilikerta kiinnitetään ruoteisiin N1 / tiili
13. Kulmarauta 60*60*2,5*60 (BMF). Kiinnitys 4+4 x AN. 4,0*40
14. 50x75 ristikoiden väliin. Kiinnitys 2 x N1 / liitos

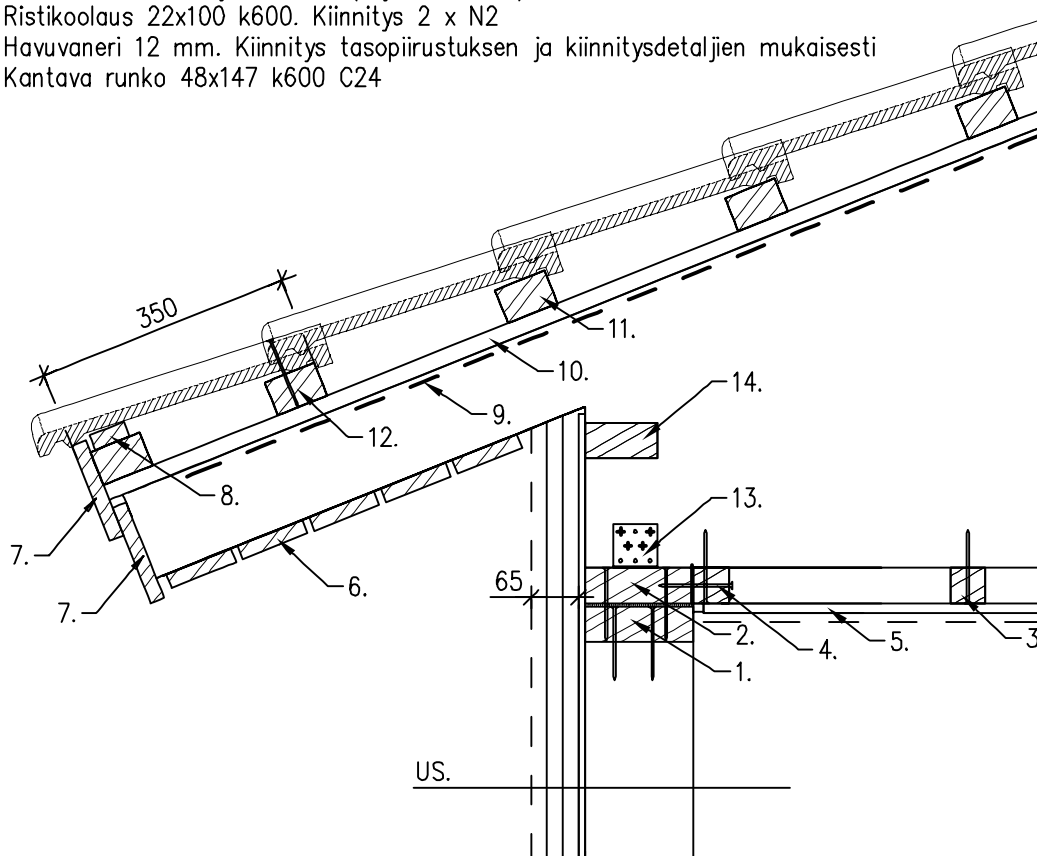
N1 = lankanaula 100x34 kuumasinkitty / konenaula 90x3,1 kuumasinkitty

N2 = lankanaula 60x25 kuumasinkitty / konenaula 65x2,8 kuumasinkitty

US.

RAKENNE ULKOA SISÄLLE

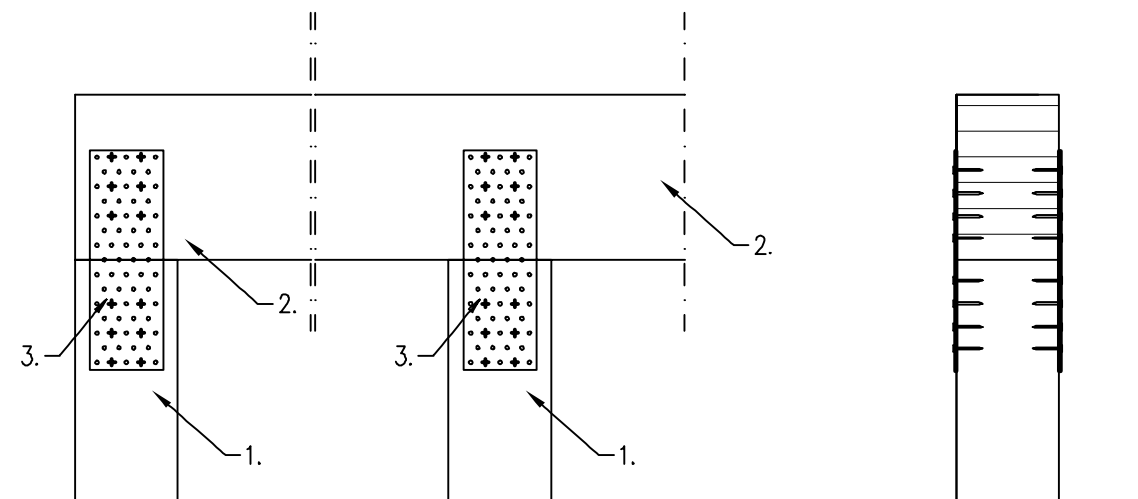
- 21 mm Ulkoverhous. Kiinnitys 2 x N2 (täysikantainen)
 22+22 mm Ristikoolaus 22x100 k600. Kiinnitys 2 x N2
 12 mm Havuwaneri 12 mm. Kiinnitys tasopiiirustuksen ja kiinnitysdetaljien mukaisesti
 148 mm Kantava runko 48x147 k600 C24



Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö PILARIN JA PALKIN LIITTYMINEN AUTOKATOS	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	LPL1
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP

1. Liimapuupilari 115x115
2. Liimapuupalkki 115x225 / 115x270
3. Naulalevy 100x300x2,0 molemmin puolin. Kiinnitys pilariin ja palkkiin 6+6 x AN. 4,0x40

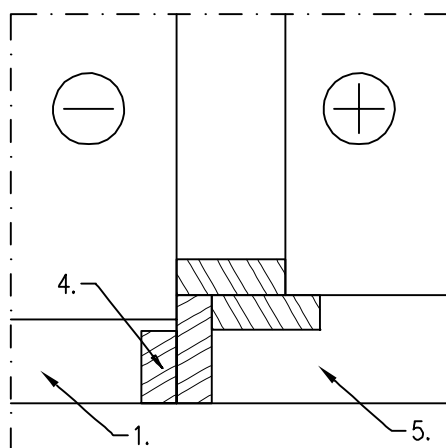
PILARIN JA PALKIN LIITTYMINEN



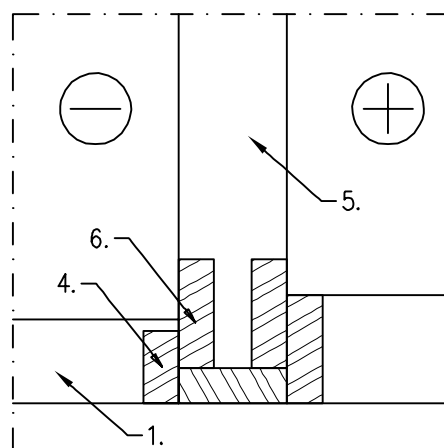
Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö RUNGON JA PALKIN LIITTYMINEN AUTOKATOS	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP
LPL2		

1. Liimapuupalkki 115x225 / 115x270
2. Naulalevy 100x300x2,0. Kiinnitys runkoon ja palkkiin 6+6 x AN. 4,0x40
3. Seinän runkorakenne
4. Tukitolppa 48x98. Kiinnitys runkotolppiin N1 k300
5. Päätyseinä
6. Lisärunkotolppa

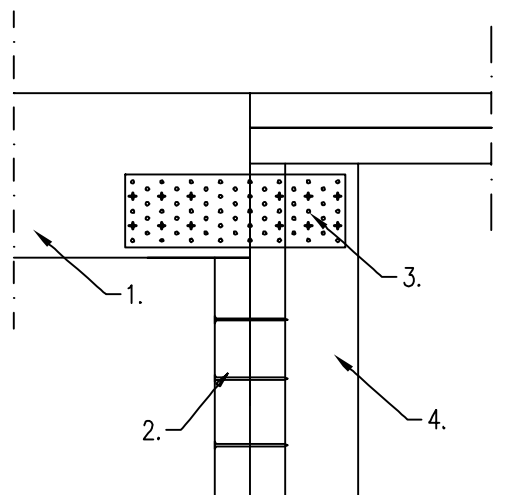
NURKKA 1



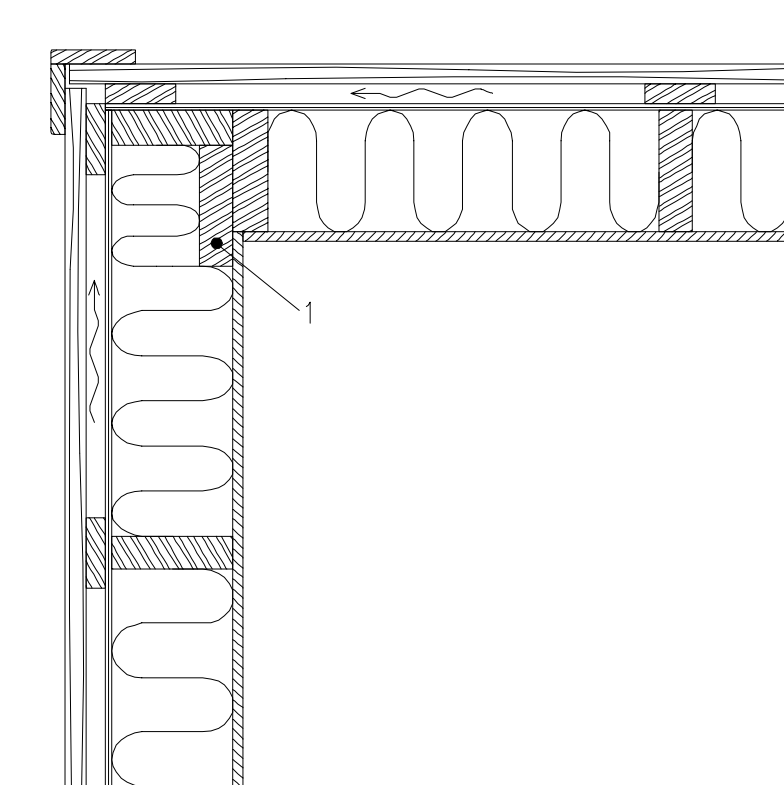
NURKKA 2



RUNGON JA PALKIN LIITTYMINEN



Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö SEINIEN LIITTYMINEN AUTOTALLI	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	RD.2
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP



1 Lisätolppa (levyjen kiinnitys)



5940

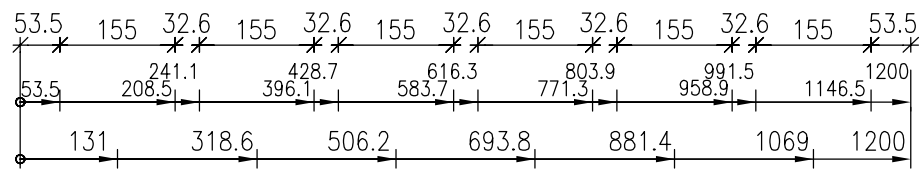
1200

600

300

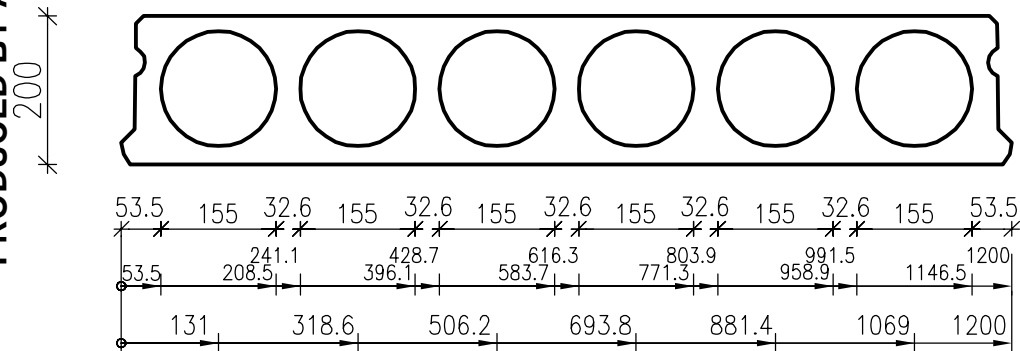
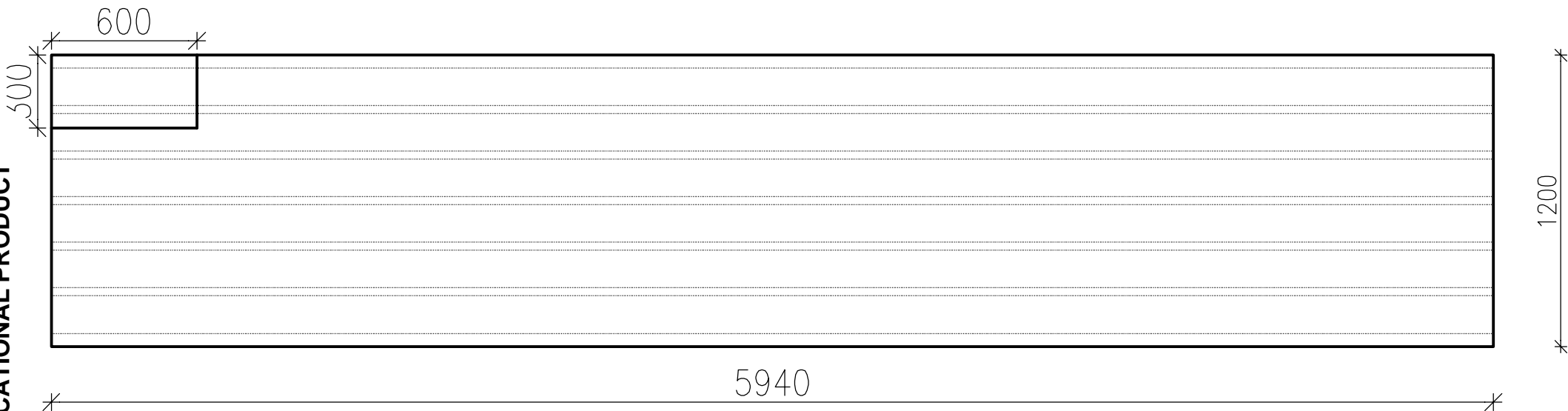
200

Reikä 
Syvennys 



Kohde: Välipohjan ontelolaatat		
Pvm. 28.1.2014	Paloluokka	REI30
Suunnittelija: Toni Pihkanen		
Elementin tunnus	020-001	1 kpl

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

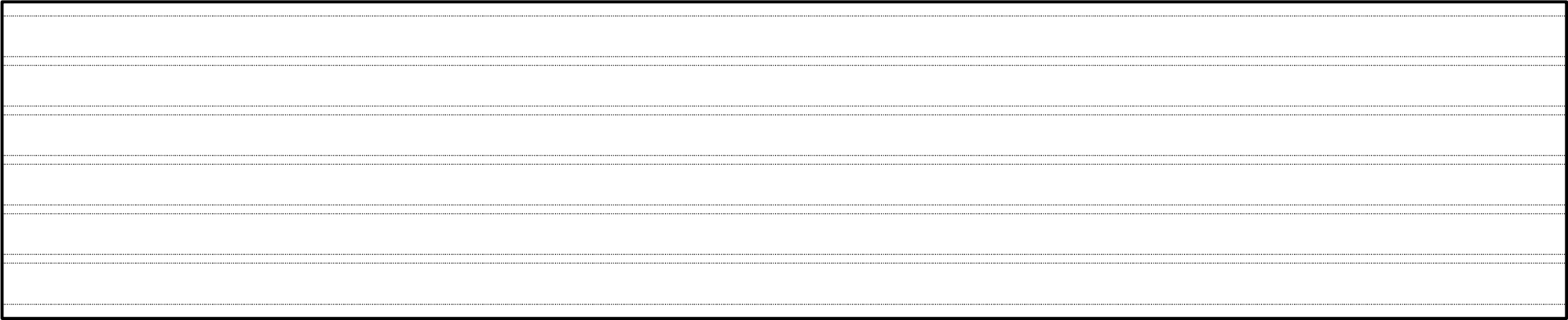


Reikä 
Syvennys 

Kohde: Välipohjan ontelolaatat		
Pvm. 28.1.2014	Paloluokka	REI30
Suunnittelija: Toni Pihkanen		
Elementin tunnus	020-002	1 kpl

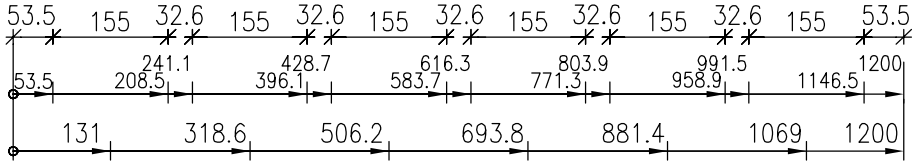
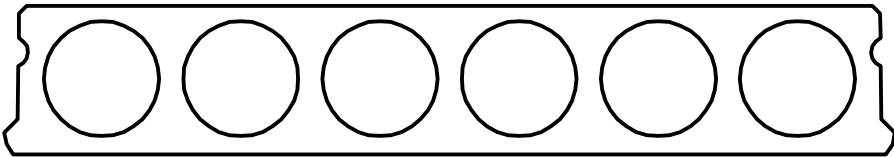
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

5940



1200

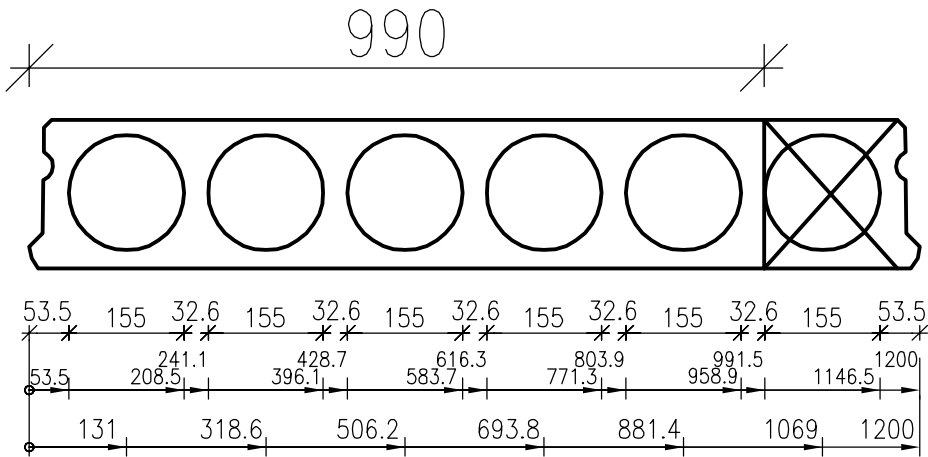
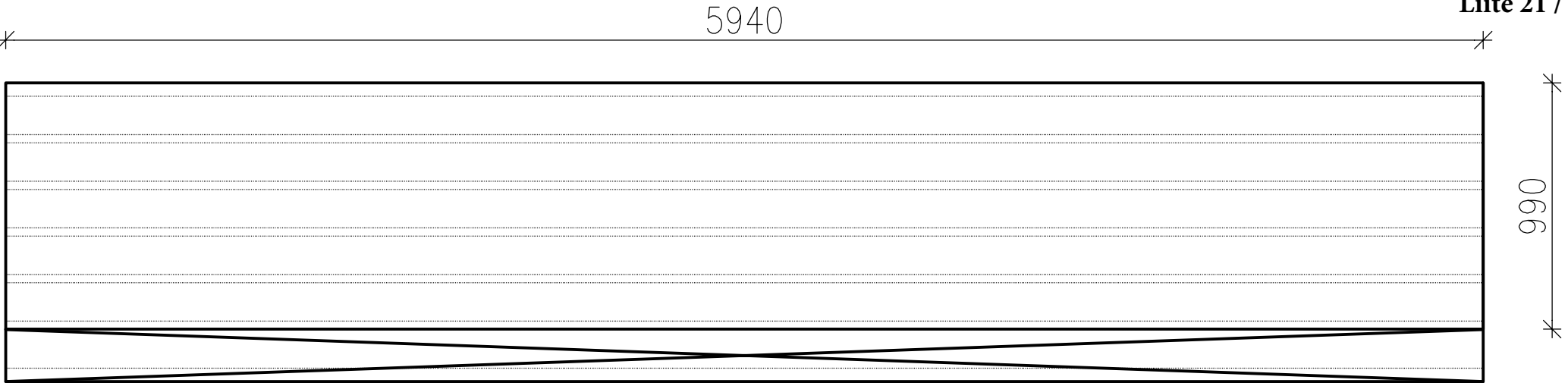
200



Reikä 

Syvennys 

Kohde: Välipohjan ontelolaatat		
Pvm. 28.1.2014	Paloluokka	REI30
Suunnittelija: Toni Pihkanen		
Elementin tunnus	020-003	4 kpl



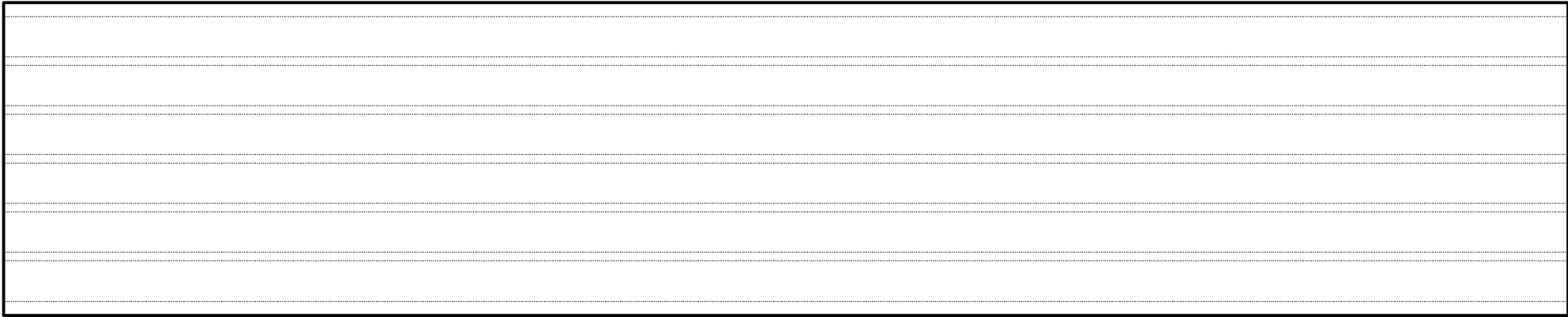
Reikä

Syvennys

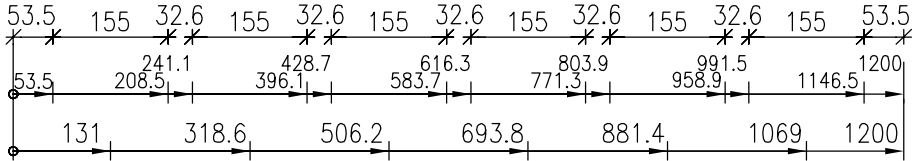
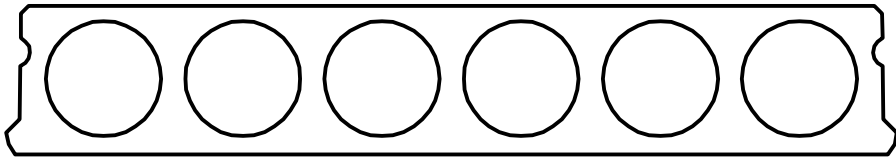
Kohde: Välipohjan ontelolaatat		
Pvm. 28.1.2014	Paloluokka	REI30
Suunnittelija: Toni Pihkanen		
Elementin tunnus	020-004	1 kpl

7150

1200



200

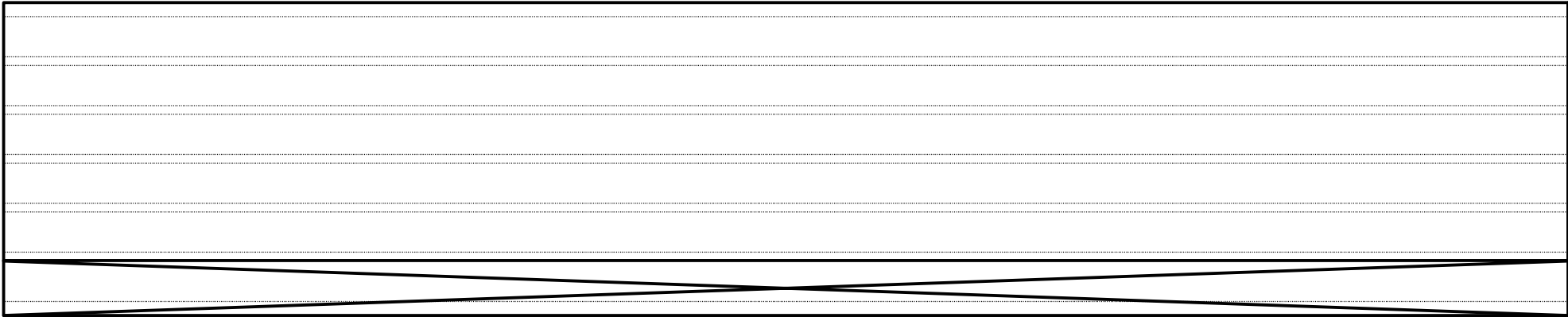


Reikä 
Syvennys 

Kohde: Välipohjan ontelolaatat		
Pvm. 28.1.2014	Paloluokka	REI30
Suunnittelija: Toni Pihkanen		
Elementin tunnus	020-005	6 kpl

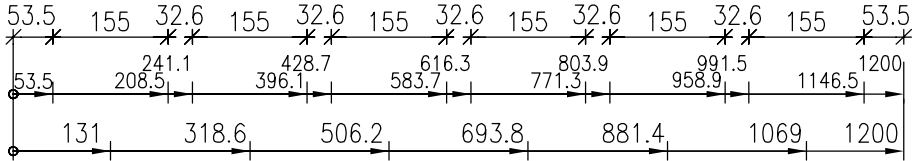
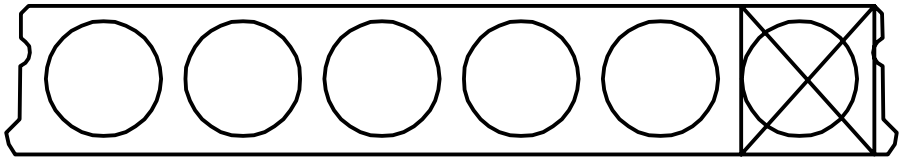
7150

990



990

200



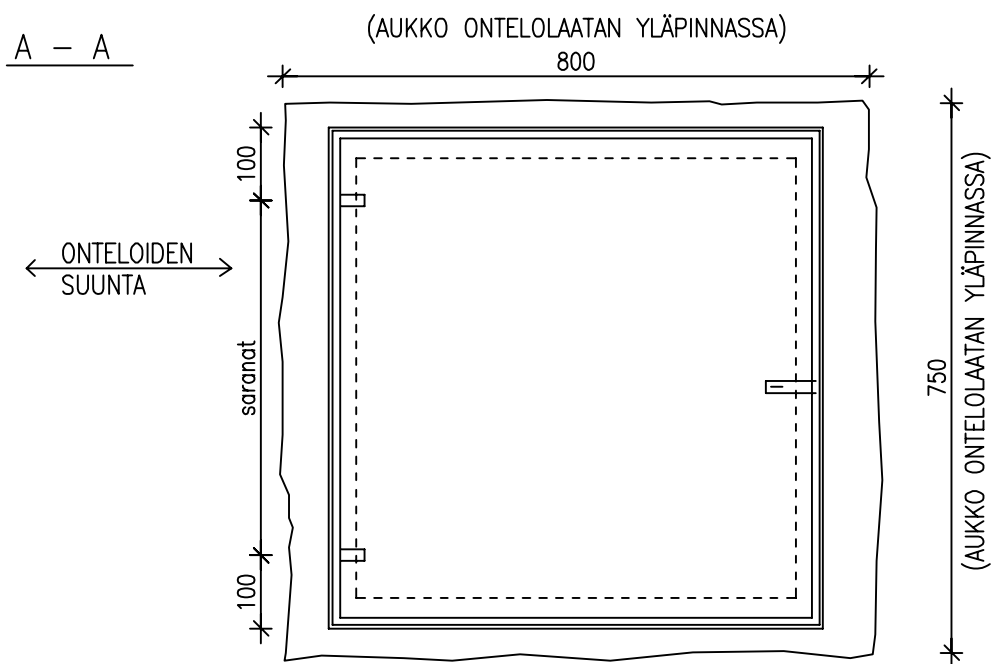
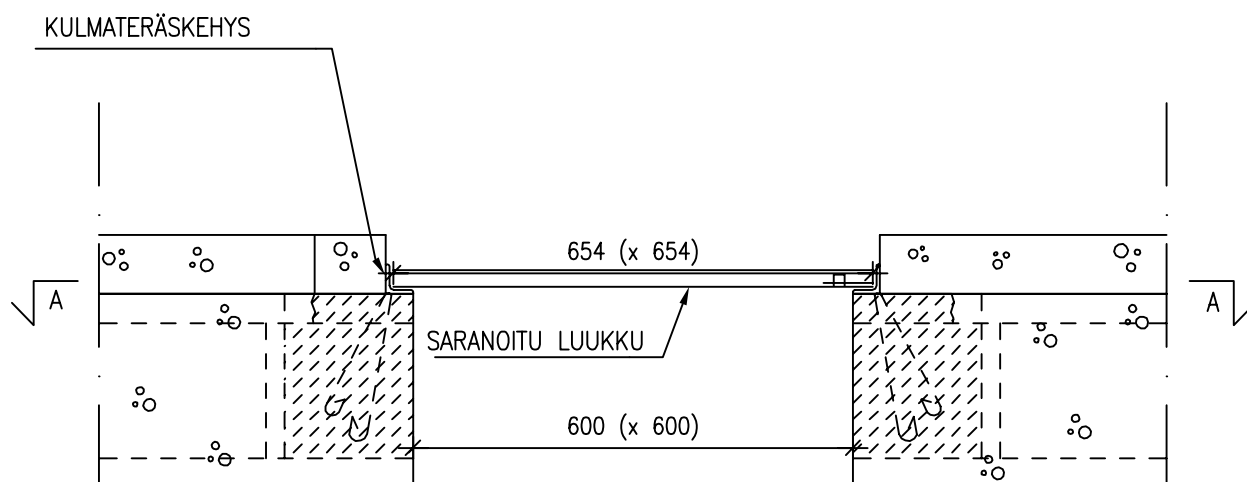
Reikä 

Syvennys 

Kohde: Välipohjan ontelolaatat		
Pvm. 28.1.2014	Paloluokka	REI30
Suunnittelija: Toni Pihkanen		
Elementin tunnus	020-006	1 kpl

Rakennuskohde AT/AK/VAR KÄRKKÄINEN	Sisältö ONTELOLAATTA-VÄLIPOHJA LUUKUN LIITOS VARASTOTILAAN	
Suunnittelija Toni Pihkanen, RI opiskelija	Työn nro	
	Päiväys 13.3.2014	Tekijä TJAP

DET 101



HUOM. ONTELOLAATAN ALAPINNASSA AUKON KOKO 600x600

Liite 1 / 3

(koulu ei vastaa laskelmien
oikeellisuudesta vaan ne on
hyväksyttävä
ammattisuunnittelijalla)

RAKENNELASKELMAT

SISÄLLYS

1	RAKENNELASKELMIEN SELOSTUS	3
1.1	Perustiedot	3
1.2	Rakenteellinen järjestelmä	3
1.3	Normit ja kuormitukset	4
1.4	Materiaalien lujuusluokat yleensä	4
1.5	Laskentamenetelmät	4
2	RAKENNUKSEN ESITTELY	5
	KUORMITUKSET	6
2.1	Välipohjan kuormat	6
2.2	Yläpohjan kuormat	6
3	NR-RISTIKOIDEN KANNATUSPALKKI	7
3.1	Perustietoja	7
3.2	Taivutusmitoitus (MRT)	9
3.3	Leikkausmitoitus (MRT)	11
3.4	Tukipainemitoitus (MRT)	12
3.5	Taipumamitoitus (KRT)	14
4	AUKONYLITYSPALKKI	16
5	KELLARIN MAANPAINESEINÄ	18

Liite 3 / 3

1 RAKENNELASKELMIEN SELOSTUS

1.1 Perustiedot

Työ nro	0001
Kohteen nimi	Puurakenteinen autotalli
Osoite	Eemintie 1, Leppävirta
Kortteli	166
Pääasiallinen käyttötarkoitus	Autotalli
Rakenteiden vaativuusluokka	B (RakMK osa A2)
Käyttöluokka	1 (RIL 205-1-2009)
Seuraamusluokka	CC2 (RIL 205-1-2009)
Paloluokka	P3 (RakMK osa E4)
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Puu
Pääasiallinen rakennustapa	Paikalla rakentaminen
Kerrosuku	1
Kokonaiskorkeus	7,5 m
Kerrosala	63,5 m ²
Bruttopinta-ala yhteensä	182,5 m ²

1.2 Rakenteellinen järjestelmä

Perustamismaaperä	HkMr
Perustamistapa	Maanvaraiset seinäanturat
Pääasialliset runkorakenteet	
Pilarit	Nivelpäiset pilarit (liimapuu)
Kantavat seinät	Rankaseinä (sahatavara C24)
Pääkannattimet	Sahatavara-, liimapuupalkki ja NR-ristikko
Ulkoseinät	
Kellari	Paikalla rakennettu kevytsora- ja lämpöharkkoseinä
1. kerros	Paikalla rakennettu puurankaseinä, lämpöeristetty
Väliseinät	
Kellari	Paikalla rakennettu kevytsoraharkkoseinä
Välipohja	Ontelolaatta
Yläpohja	NR-ristikkoyläpohja, lämpöeristetty
Rakennusrungon jäykistys	
1. kerros	Rakennus jäykistetään rungon poikki- ja pituussuunnassa levyjäykisteillä, jotka sijaitsevat ulkoseinien ulko- ja sisäpinnoissa ja yläpohjan alakatossa. NR-ristikkoyläpohja jäykistetään päätyseinien yläohjauspuilla ja pystysuuntaisilla vinolautalinjoilla sekä yläpohjan alakaton levyjäykisteellä.

Liite 4 / 3**1.3 Normit ja kuormitukset**

Määräykset ja ohjeet	
Puurakenteet	Eurocode 5
Soveltamisohje	RIL 205-1-2009, Liite B Lyhennetty suunnitteluohje
Palonkestovaatimus	EI 30 (RakMK E1)
Kuormitukset	
NR-ristikkoyläpohja	0,5 kN/m ²
NR-ristikko alapinta	0,3 kN/m ²
Räystäät	0,2 kN/m ²
Välipohja	5,0 kN/m ² (ontelolaatta+pintabetoni)
Alakerran harkkoseinä	2,0 kN/m ²
1. kerros ulkoseinä	0,5 kN/m ²
Lumikuorma maan pinnalla	2,5 kN/m ²
Hyötykuorma	2,5 kN/m ²

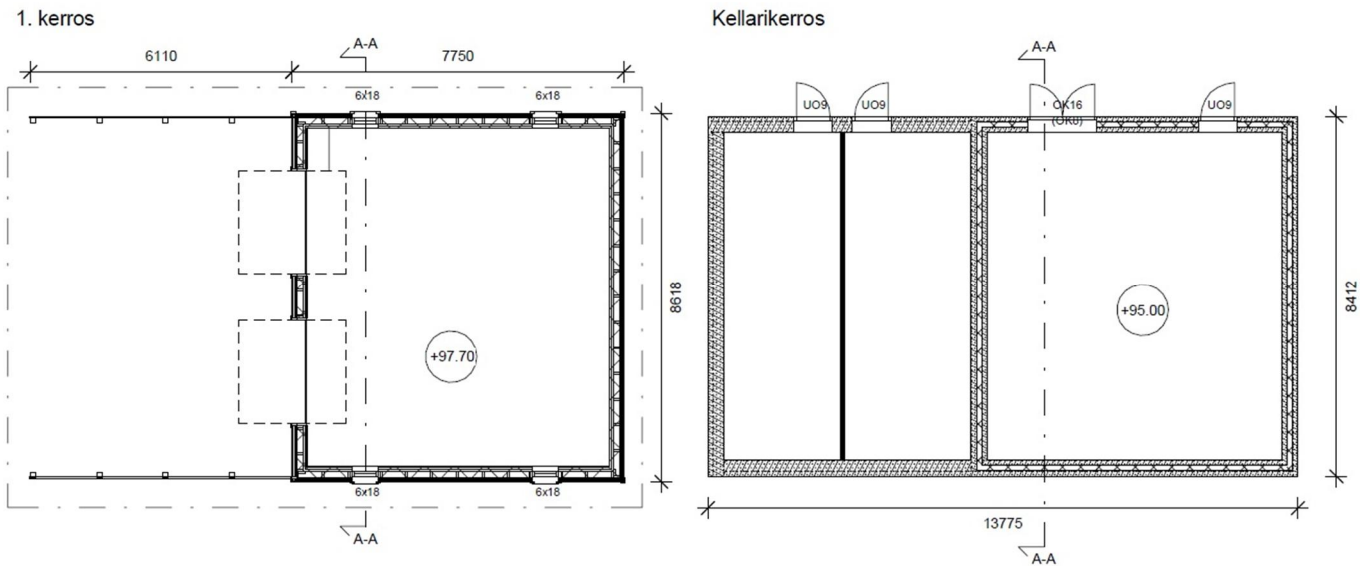
1.4 Materiaalien lujuusluokat yleensä

Pilarit	Liimapuu GL32c
Palkit	Liimapuu GL32c
Kantavien seinien rungot	Sahatavara C24, harkko ME-380 ja harkko RUH-380
Jäykistävä levytys ulkoseinässä	Tuulensuojalevy 9 mm
Jäykistävä levytys yläpohjan alakatossa	Kipsikartonkilevy (normaali), paksuus 13 mm

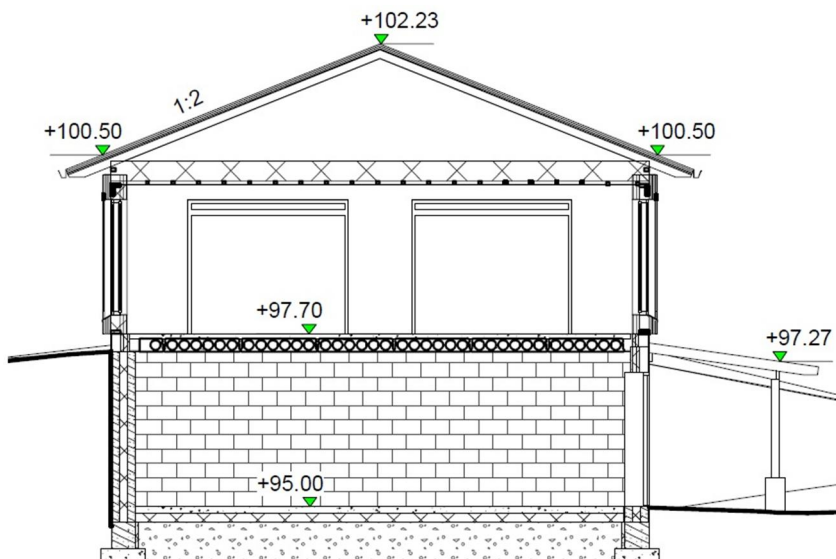
1.5 Laskentamenetelmät

NR-ristikko mitoitetaan ristikkotoimittajan käyttämällä ohjelmistolla. Muut laskennat tehdään käsinlaskennalla käyttäen apuna statiikkaohjelmaa.

2 RAKENNUKSEN ESITTELY



Kuva 1. Pohjapiirustukset 1. kerros ja kellarikerros.



Kuva 2. Leikkaus A-A.

KUORMITUKSET

2.1 Välipohjan kuormat

Välipohjarakenteen omapaino on 5 kN/m^2 . Hyötykuormana käytetään keveiden ajoneuvojen aiheuttama kuorman arvo $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$. Välipohjan kuormitukset siirtyvät perustuksille ulkoseinien ja kantavan väliseinän kautta.

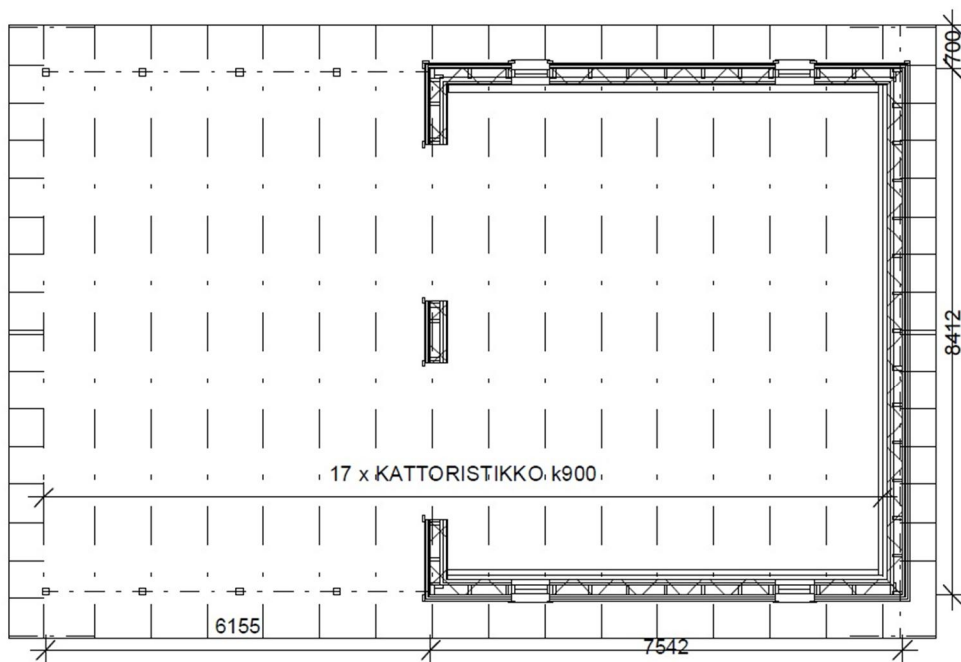
2.2 Yläpohjan kuormat

Yläpohjan kuormat koostuvat yläpohjan omapainosta ja lumikuormasta. Kohteen yläpohjan omapaino on $0,7 \text{ kN/m}^2$. Kohde sijaitsee Kuopiossa, jossa maassa olevan lumikuorman ominaisarvo on $s_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$. Katon kaltevuus on $< 30^\circ$, joten muotokerroin on $\mu_1 = 0,8$. Lumikuorma katolla on tällöin $s_k * \mu_1 = 2,0 \text{ kN/m}^2$.

3 NR-RISTIKOIDEN KANNATUSPALKKI

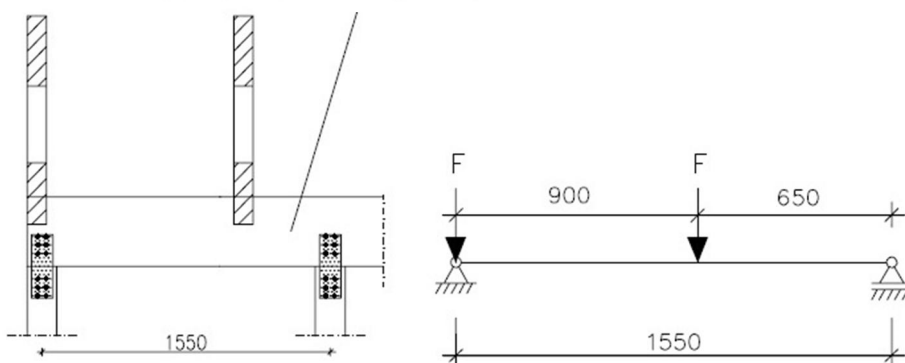
3.1 Perustietoja

- autokatoksen kohdalla NR-ristikot kannatetaan pilarien päällä olevalla palkilla P101.
- autotallin kohdalla NR-ristikot kannatetaan seinän päällä olevalla palkilla P102.

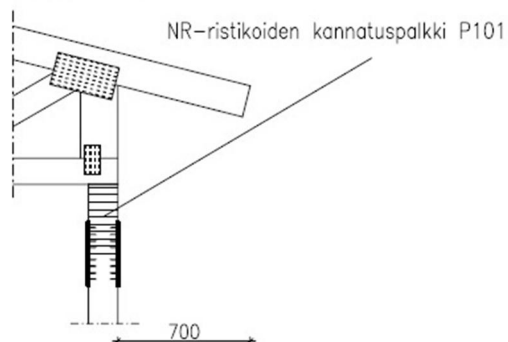


Leikkaus 1-1

NR-ristikoiden kannatuspalkki P101



Leikkaus 2-2



Liite 8 / 3

Mitoitetaan NR-ristikoiden kannatuspalkki P101 autokatoksen kohdalla.

Palkin materiaali

Liimapuu GL32c (115x270):

$f_{m,k} = 34,66 \text{ N/mm}^2$	taivutus syrjällään
$f_{v,k} = 3,2 \text{ N/mm}^2$	leikkaus syrjällään
$f_{c,90,edge,k} = 3,0 \text{ N/mm}^2$	puristus poikittain syrjällään
$E_{mean} = 13700 \text{ N/mm}^2$	kimmomoduuli
$\gamma_M = 1,2 \text{ N/mm}^2$	materiaalin osavarmuusluku
$k_{mod} = 0,8$	kuorman keston ja kosteusvaikutuksen muunnoskerroin

Kuormat

$g_{k1} = 0,5 \text{ kN/m}^2$	yläpohja yleensä
$g_{k2} = 0,2 \text{ kN/m}^2$	yläpohja räystäään kohdalla
$q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$	lumikuorma katolla

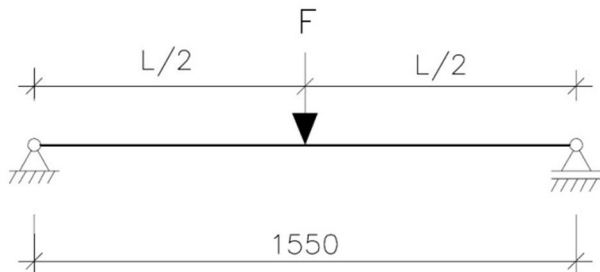
Palkin lähtötiedot

$h = 270 \text{ mm}$	palkin korkeus
$b = 115 \text{ mm}$	palkin leveys

Liite 9 / 3

3.2 Taivutusmitoitus (MRT)

Taivutusmitoituksessa verrataan murtorajatilán taivutusjännitystä materiaalin mitoitustaivutuslujuuteen. "Vaarallisin" taivutusmitoituksen arvo saadaan, kun pistekuorma F sijoitetaan keskelle aukkoa (kuva1).



KUVA 1. Palkin laskentamalli taivutusmitoituksessa

Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet (taivutusmitoituksessa)

$L = 8,18 \text{ m}$	ristikon jänneväli
$L_1 = 1,55 \text{ m}$	ristikoiden kannatuspalkin jänneväli
$k = 0,7$	räystään kuormitusleveys
$s = 0,9 \text{ m}$	ristikkojako
$s_1 = 0,775 \text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta A
$s_3 = 0,775 \text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta B

Ristikön tukireaktio yläpohjan omapainosta

$$F_{g,k} = \frac{L}{2} * s * g_{k1} + k * s * g_{k2} = \frac{8,18}{2} * 0,9 * 0,5 + 0,7 * 0,9 * 0,2 \quad F_{g,k} = 1,97 \text{ kN}$$

Ristikön tukireaktio lumikuormasta

$$F_{q,k} = \left(\frac{L}{2} + k \right) * s * q_k = \left(\frac{8,18}{2} + 0,7 \right) * 0,9 * 2,0 \quad F_{q,k} = 8,62 \text{ kN}$$

Palkin P101 tukireaktiot yläpohjan omapainosta (taivutusmitoituksessa)

$$B_{g,k} = \frac{F_{g,k} * s_1}{L_1} = \frac{1,967 * 0,775}{1,55} \quad B_{g,k} = 0,98 \text{ kN}$$

$$A_{g,k} = 2 * F_{g,k} - B_{g,k} = 2 * 1,967 - 0,98 \quad A_{g,k} = 2,95 \text{ kN}$$

Palkin P101 tukireaktiot lumikuormasta (taivutusmitoituksessa)

$$B_{q,k} = \frac{F_{q,k} * s_1}{L_1} = \frac{8,62 * 0,775}{1,55} \quad B_{q,k} = 4,31 \text{ kN}$$

$$A_{q,k} = 2 * F_{q,k} - B_{q,k} = 2 * 8,62 - 4,31 \quad A_{q,k} = 12,93 \text{ kN}$$

Maksimimomentti yläpohjan omapainosta (taivutusmitoituksessa)

$$M_{g,k} = B_{g,k} * s_3 = 0,98 * 0,775 \quad M_{g,k} = 0,76 \text{ kNm}$$

Liite 10 / 3

Maksimimomentti lumikuormasta (taivutusmitoituksessa)

$$M_{q,k} = B_{q,k} * s_3 = 4,31 * 0,775$$

$$M_{q,k} = 3,34 \text{ kNm}$$

Maksimi leikkausvoima yläpohjan omapainosta (taivutusmitoituksessa)

$$V_{g,k} = A_{g,k}$$

$$V_{g,k} = 2,95 \text{ kN}$$

Maksimi leikkausvoima lumikuormasta (taivutusmitoituksessa)

$$V_{q,k} = A_{q,k}$$

$$V_{q,k} = 12,93 \text{ kN}$$

Maksimi taivutusmomentti:

$$M_d = 1,15 * M_{g,k} + 1,5 * M_{q,k} = 1,15 * 0,76 + 1,5 * 3,34$$

$$M_d = 5,89 \text{ kNm}$$

Taivutusjännitys:

$$\delta_{m,y,d} = \frac{6 * M_d}{b * h^2} = \frac{6 * 5,88 * 10^6}{115 * 270^2}$$

$$\delta_{m,y,d} = 4,21 \text{ N/mm}^2$$

Taivutuslujuus

$$k_{mod} = 0,8$$

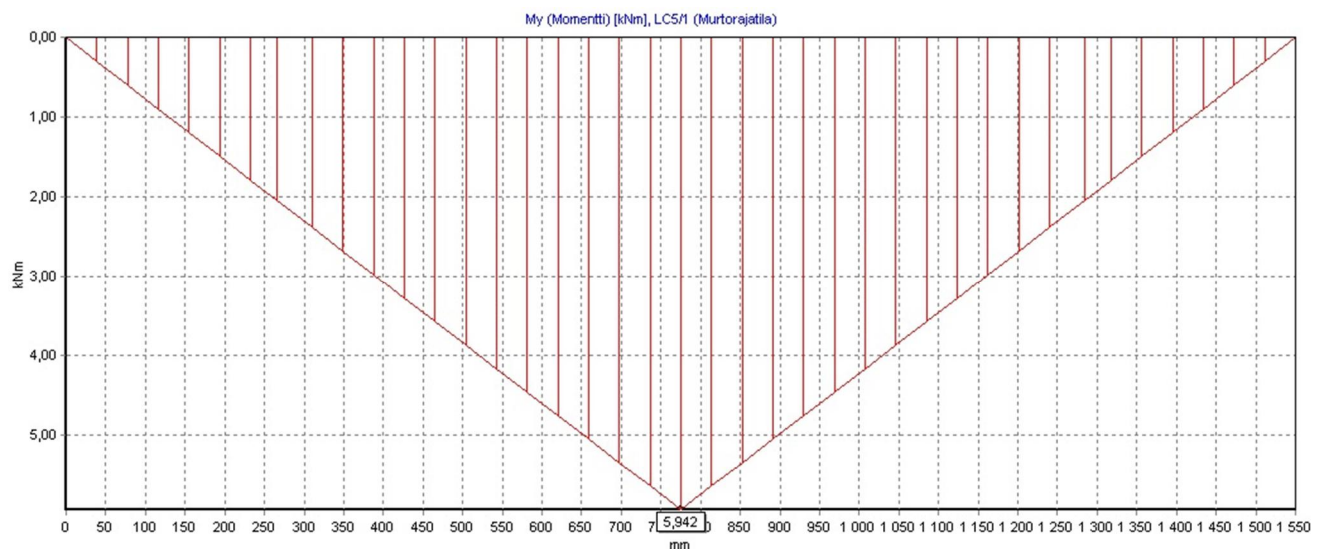
$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{34,66 * 0,8}{1,2}$$

$$f_{m,d} = 23,11 \text{ N/mm}^2$$

Mitoitusehto:

$$\delta_{m,y,d} \leq f_{m,d} \Rightarrow 4,21 \text{ N/mm}^2 < 23,11 \text{ N/mm}^2 \text{ (18 \%)}$$

Palkki 115x270 (GL32c) kestää taivutusjännityksen.



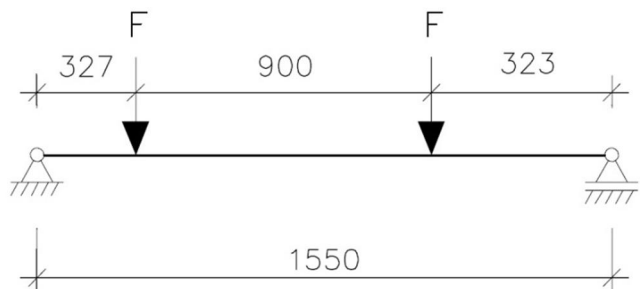
Kuva 6. Palkin 115x270 (GL32c) momenttikuvio

Liite 11 / 3

3.3 Leikkausmitoitus (MRT)

Leikkausmitoituksen "vaarallisin" arvo saadaan kun sijoitetaan pistekuorma F enintään palkin korkeuden päähän tuelta (kuva 2). Tuen leveys $l_A = 115\text{mm}$

Pistekuorman etäisyys (laskentamallissa): $270\text{mm} + \frac{115\text{mm}}{2} = 327\text{mm}$



KUVA 2. Palkin laskentamalli leikkausmitoituksessa

Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet (leikkausmitoituksessa)

$L = 8,18\text{ m}$	ristikon jänneväli
$L_1 = 1,55\text{ m}$	ristikoiden kannatuspalkin jänneväli
$k = 0,7$	räystään kuormitusleveys
$s = 0,9\text{ m}$	ristikkojako
$s_1 = 0,327\text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta A
$s_2 = 1,227\text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta A
$s_3 = 0,323\text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta B

Palkin P101 tukireaktiot yläpohjan omapainosta (leikkausmitoituksessa)

$$B_{g,k} = \frac{F_{g,k} \cdot s_1 + F_{g,k} \cdot s_2}{L_1} = \frac{1,97 \cdot 0,327 + 1,97 \cdot 1,227}{1,55} \quad B_{g,k} = 1,98\text{ kN}$$

$$A_{g,k} = 2 \cdot F_{g,k} - B_{g,k} = 2 \cdot 1,97 - 1,98 \quad A_{g,k} = 1,96\text{ kN}$$

Palkin P101 tukireaktiot lumikuormasta (leikkausmitoituksessa)

$$B_{q,k} = \frac{F_{q,k} \cdot s_1 + F_{q,k} \cdot s_2}{L_1} = \frac{8,62 \cdot 0,327 + 8,62 \cdot 1,227}{1,55} \quad B_{q,k} = 8,64\text{ kN}$$

$$A_{q,k} = 2 \cdot F_{q,k} - B_{q,k} = 2 \cdot 8,62 - 8,64 \quad A_{q,k} = 8,6\text{ kN}$$

Maksimimomentti yläpohjan omapainosta (leikkausmitoituksessa)

$$M_{g,k} = B_{g,k} \cdot s_3 = 1,98 \cdot 0,323 \quad M_{g,k} = 0,64\text{ kNm}$$

Maksimimomentti lumikuormasta (leikkausmitoituksessa)

$$M_{q,k} = B_{q,k} \cdot s_3 = 8,64 \cdot 0,323 \quad M_{q,k} = 2,79\text{ kNm}$$

Liite 12 / 3

Maksimi leikkausvoima yläpohjan omapainosta (leikkausmitoituksessa)

$$V_{g,k} = A_{g,k}$$

$$V_{g,k} = 1,96 \text{ kN}$$

Maksimi leikkausvoima lumikuormasta (leikkausmitoituksessa)

$$V_{q,k} = A_{q,k}$$

$$V_{q,k} = 8,6 \text{ kN}$$

Leikkausvoima:

$$V_d = 1,15 * V_{g,k} + 1,5 * V_{q,k} = 1,15 * 1,96 + 1,5 * 8,6$$

$$V_d = 15,15 \text{ kN}$$

Leikkausjännitys

$$\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{V_d}{b * h} = \frac{3}{2} * \frac{15150}{115 * 270}$$

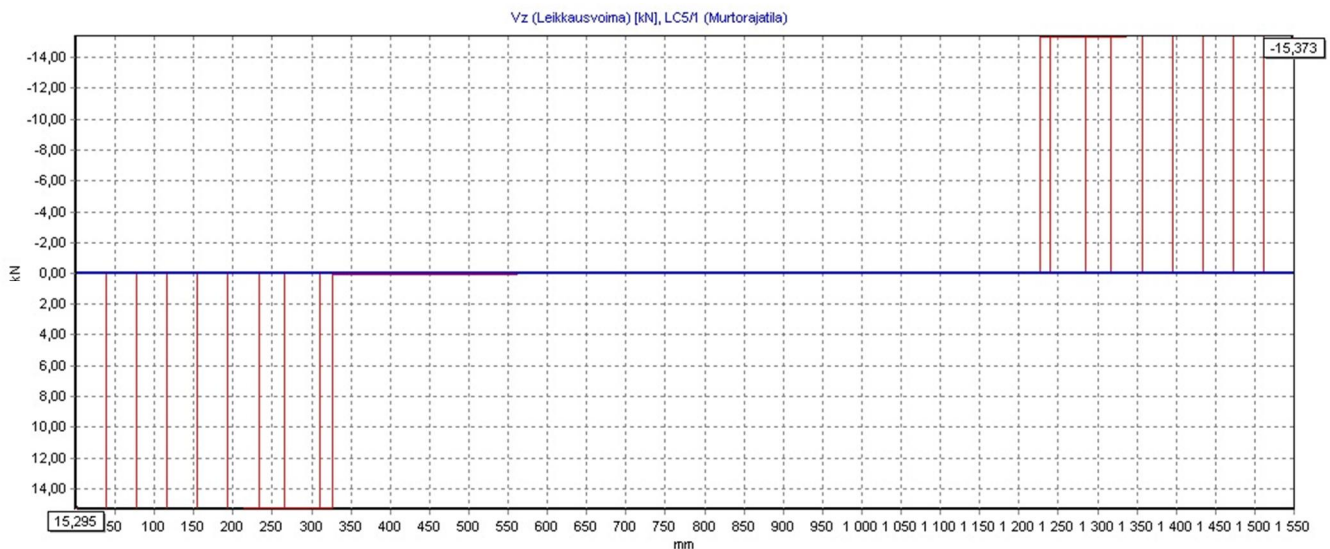
$$\tau_d = 0,73 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{3,2 \text{ N/mm}^2}{1,2} = 2,13 \text{ N/mm}^2$$

Mitoitusehto

$$\tau_d \leq f_{v,d} \Rightarrow 0,73 \text{ N/mm}^2 < 2,13 \text{ (34 \%)}$$

Palkki 115x270 (GL32c) kestää leikkausjännityksen.

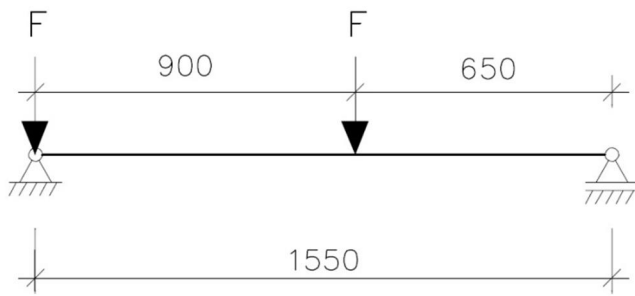


Kuva 8. Palkin 115x270 (GL32c) leikkausvoimakuvio

3.4 Tukipainemitoitus (MRT)

Suurin poikittainen puristusrasitus saadaan kun laitetaan pistekuorma F tuen kohdalle (kuva 3).

Liite 13 / 3



KUVA 3. Palkin laskentamalli tukipainemitoituksessa

Ristikon tukireaktio yläpohjan omapainosta

$$F_{g,k} = \frac{L}{2} * s * g_{k1} + k * s * g_{k2} = \frac{8,18}{2} * 0,9 * 0,5 + 0,7 * 0,9 * 0,2 \quad F_{g,k} = 1,97 \text{ kN}$$

Ristikon tukireaktio lumikuormasta

$$F_{q,k} = \left(\frac{L}{2} + k \right) * s * q_k = \left(\frac{8,18}{2} + 0,7 \right) * 0,9 * 2,0 \quad F_{q,k} = 8,62 \text{ kN}$$

Tukireaktio

$$F_d = 1,15 * F_{g,k} + 1,5 * F_{q,k} = 1,15 * 1,97 + 1,5 * 8,62 \quad F_d = 15,2 \text{ kN}$$

Puristusjännitys palkissa

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_d}{b * l} = \frac{15196}{115 * 115} \quad \sigma_{c,90,d} = 1,149 \text{ N/mm}^2$$

Palkin puristuslujuus syysuuntaa vastaan

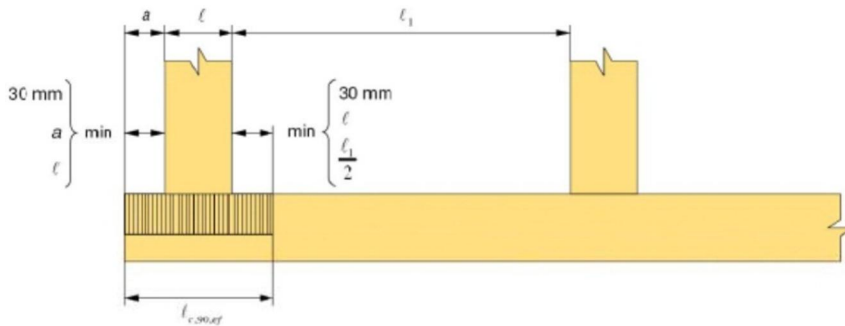
$$k_{mod} = 0,8$$

$$f_{c,90,edge,d} = \frac{f_{c,90,edge,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{3,0 * 0,8}{1,2} \quad f_{c,90,edge,d} = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{c,90} = 1,24 \text{ (Kerto-S:n syrjäpinnalla)}$$

Tehollinen kosketuspinnan pituus

$$l_{c,90,ef} = 30 \text{ mm} + 115 \text{ mm} + 30 \text{ mm} \quad l_{c,90,ef} = 175 \text{ mm}$$



KUVA 10. Tehollinen kosketuspinnan pituus (RIL 205-1-2009. 6.1.5)

Tukipainekerroin

$$k_{c,\perp} = \frac{l_{90,ef}}{l} * k_{c,90} = \frac{175}{115} * 1,24 \quad k_{c,\perp} = 1,89$$

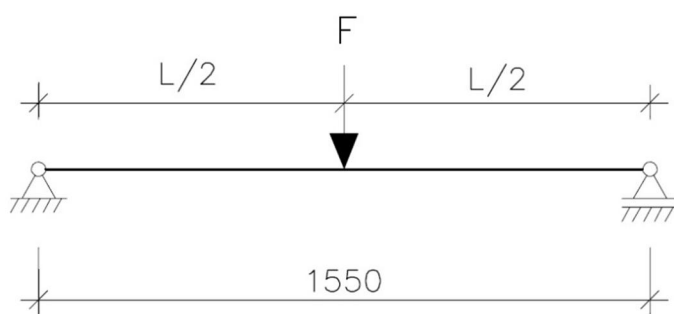
Mitoitusehto:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} * f_{c,90,d} = 1,149 \text{ N/mm}^2 < 1,89 * 2 \text{ N/mm}^2 \text{ (30 \%)}$$

Palkki 115x270 (GL32c) kestää tukipainerasituksen.

3.5 Taipumamitoitus (KRT)

Taipuman suurin arvo saadaan, kun asetetaan pistevoima F keskelle aukkoa (kuva 16).



KUVA 16. Palkin laskentamalli taipumamitoituksessa

Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet (taipumamitoituksessa)

$L = 8,18 \text{ m}$	ristikon jänneväli
$L_1 = 1,55 \text{ m}$	ristikoiden kannatuspalkin jänneväli
$k = 0,6$	räystään kuormitusleveys
$s = 0,9 \text{ m}$	ristikkojako
$s_1 = 0,775 \text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta A
$s_3 = 0,775 \text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta B

Liite 15 / 3

Hetkellinen taipuma pysyvistä kuormista:

→ taipuma statiikkaohjelmasta

$$W_{inst,G} = 0,1 \text{ mm}$$

Hetkellinen taipuma muuttuvista kuormista:

→ taipuma statiikkaohjelmasta

$$W_{inst,Q} = 0,43 \text{ mm}$$

Lopputaipuma

$$k_{def} = 0,8$$

$$W_{fin} = [(1 + k_{def}) * W_{inst,G} + (1 + 0,2 * k_{def}) * W_{inst,Q}]$$

$$W_{fin} = [(1 + 0,8) * 0,1 + (1 + 0,2 * 0,8) * 0,43]$$

$$W_{fin} = 0,68 \text{ mm}$$

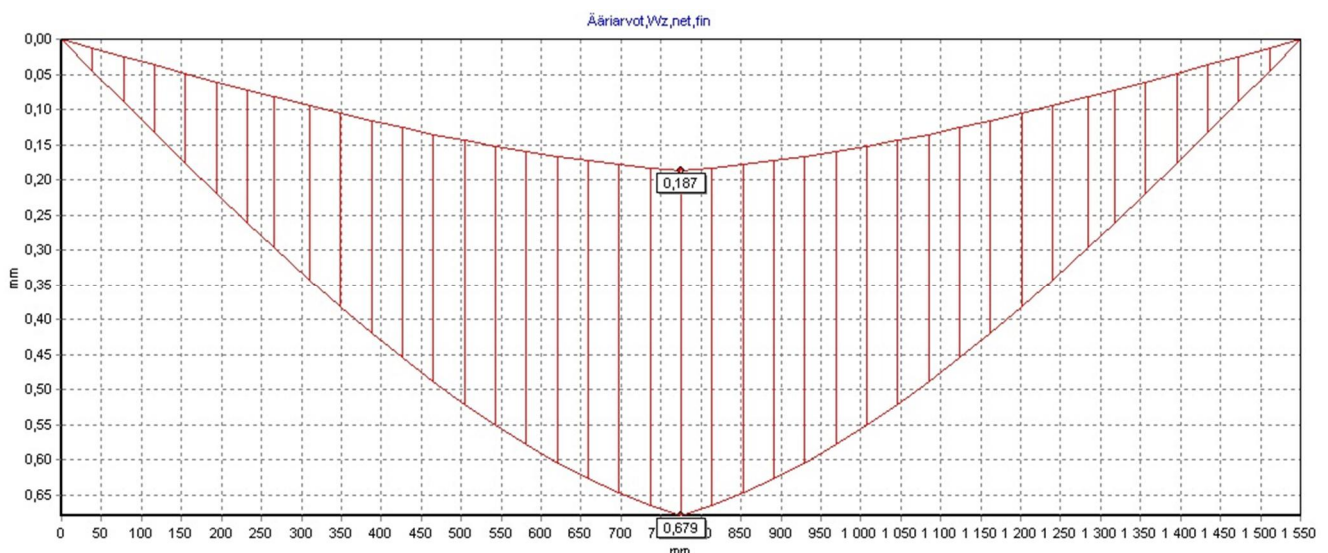
Mitoitusehto

L = kannatuspalkin jänneväli

$$\text{Taipumaraja } W_{fin} \leq \frac{L}{300} \Rightarrow 0,68 \text{ mm} < \frac{1550 \text{ mm}}{300}$$

Käyttöaste 13 %

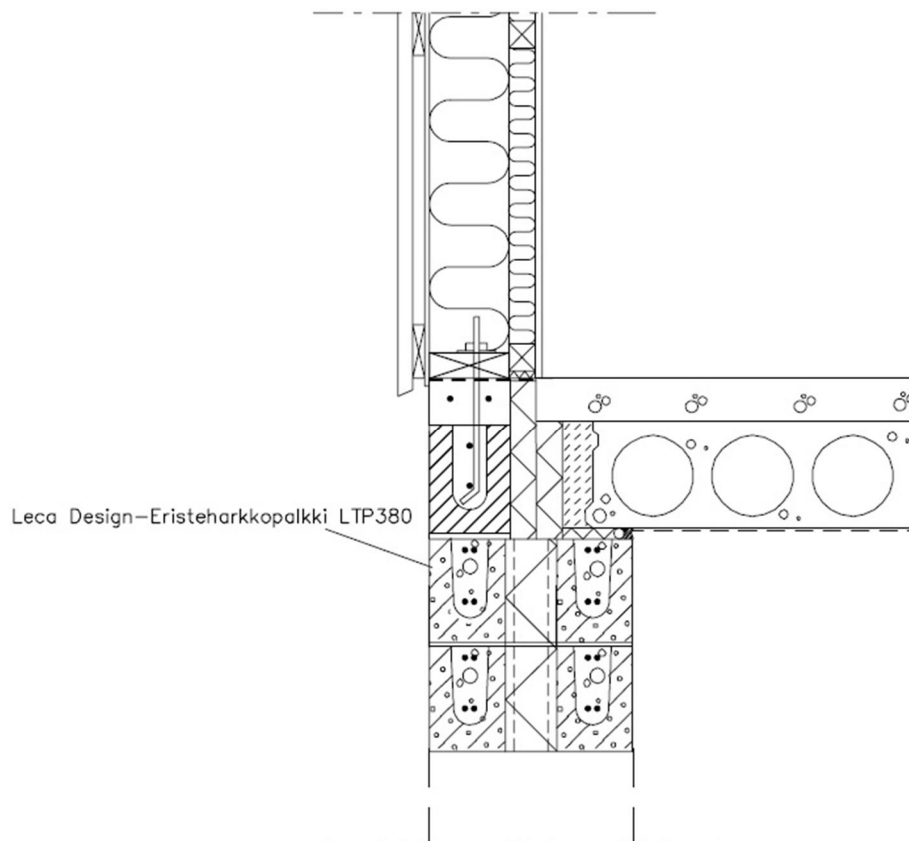
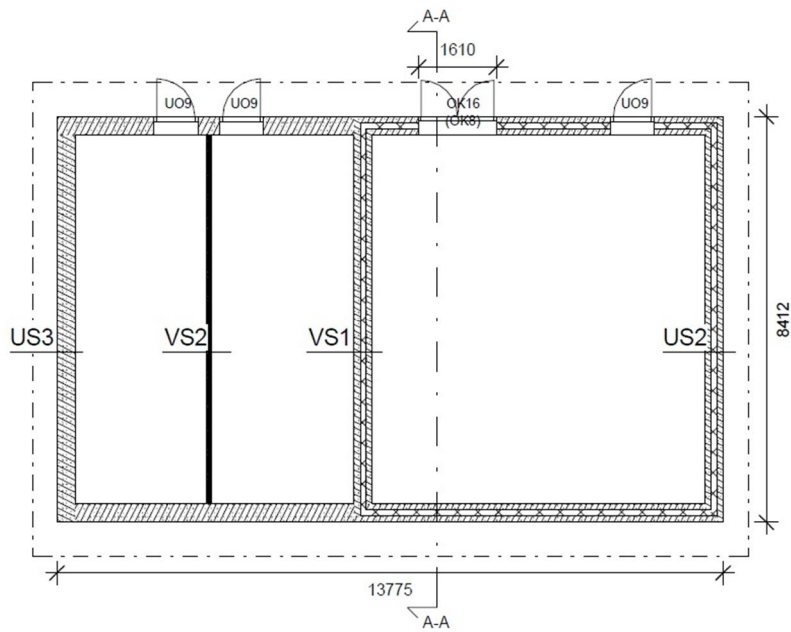
Palkki 115x270 (GL32c) taipuu sallituissa rajoissa.



Kuva 4. Palkin 115x270 (GL32c) kokonaistaipumakuvi

4 AUKONYLITYSPALKKI

Mitoitetaan Leca Design eristeharkkopalkki LTP-380 kellarikerroksen oviaukon (1600 mm) kohdalla.



Liite 17 / 3

Kuormat

$g_{k1} = 0,5 \text{ kN/m}^2$	yläpohja yleensä
$g_{k2} = 0,2 \text{ kN/m}^2$	yläpohja räystäään kohdalla
$g_{k3} = 0,5 \text{ kN/m}^2$	ulkoseinä 1. kerros
$q_{k1} = 2,0 \text{ kN/m}^2$	lumikuorma katolla

Kuorma palkille

$$p_d = \frac{g_{k1} \cdot \frac{113,7 \text{ m}^2}{2} + g_{k2} \cdot \frac{31,5 \text{ m}^2}{2} + g_{k3} \cdot \frac{10,5 \text{ m}^2}{2} + q_{k1} \cdot \frac{145,2 \text{ m}^2}{2}}{13,75 \text{ m}}$$

$$p_d = \frac{0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{113,7 \text{ m}^2}{2} + 0,2 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{31,5 \text{ m}^2}{2} + 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{10,5 \text{ m}^2}{2} + 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{145,2 \text{ m}^2}{2}}{13,75 \text{ m}}$$

$$p_d = 13,05 \text{ kN/m}$$

Leca® Design LTP-380 ja LTP-420 -harkkopalkkien sekä LPH-140 -harkkopalkkien kuormituskestävyydet:

Betoni: C25/30 (K 30-2), Esim. webervetonit S 30 Sementtilaasti

Teräset: A500HW

Ympäristöluokka: Y 3 (peitekerros 15 mm)

Tukipinta: $\geq 250 \text{ mm}$

Taulukko 10. Aukkojen yläpuolisen palkin valinta Leca® -eristeharkko rakenteissa. Lukuarvot ovat yhden kuoren kuormituskestävyyksiä. Palkille tulevaa laskentakuumaa laskettaessa otetaan huomioon vain palkille välittömästi tukeutuvan väli- tai yläpohjan kuormitus.

AUKON VAPAA LEVEYS (m)	KUORMITUSKESTÄVYYS q_u (kN/m)					
	PALKIN KORKEUS: 1 HARKKOKERROS		PALKIN KORKEUS: 2 HARKKOKERROSTA		PALKIN KORKEUS: 3 HARKKOKERROSTA	
	RAUDOITUS/KOURU		RAUDOITUS/KOURU		RAUDOITUS/KOURU	
	POIKKILEIKKAUS A vähintään (1+1) Ø 10	POIKKILEIKKAUS B vähintään (2+2) Ø 10	POIKKILEIKKAUS C vähintään (1+1) Ø 10	POIKKILEIKKAUS D vähintään (2+2) Ø 10	POIKKILEIKKAUS E vähintään (1+1) Ø 10	POIKKILEIKKAUS F vähintään (2+2) Ø 10
0,9	16,9	22,0	53,7 ¹⁾	58,8 ¹⁾	76,4 ¹⁾	84,1 ¹⁾
1,2	11,4	14,9	38,7	43,4	56,6 ¹⁾	62,1 ¹⁾
1,5	8,6	11,2	25,3	33,6	36,9	48,0
1,8	6,9	9,0	14,7	21,5	22,0	32,2
2,1	4,7	6,8	9,3	13,5	14,0	20,3
2,4	3,1	4,5	6,3	9,1	9,4	13,6
2,7	2,2	3,2	4,4	6,4	6,7	9,6
3,0	1,6	2,3	3,3	4,7	4,9	7,0

Yläindeksillä ¹⁾ merkityt palkin kuormituskestävyysarvot voivat edellyttää alapuolisen harkkoseinän vahvistamista esimerkiksi valueristeharkolla tai tukipinnan pidentämistä.

Valitaan taulukosta poikkileikkaus D

Interpoloidaan kuormituskestävyyden arvo aukon leveydelle 1,9 m.

Kuormituskestävyydeksi saadaan

$$q_u = 18,83 \text{ kN/m}$$

Mitoitusehto:

$$p_d \leq q_u \Rightarrow 13,05 \text{ kN/m} < 18,83 \text{ kN/m} \text{ (69 \%)}$$

Eristeharkkopalkki LTP-380 kestää kuormituksen.

5 KELLARIN MAANPAINESEINÄ

Kevytsoraharkko RUH380, aukkoryhmä 1, kategoria 1

Harkkolaasti M100/500, lujuusluokka M10

Raudoitusteräs A500HW

Tarkastellaan metrin levyistä seinän kaistaa.

Pystysaumoissa on laastia.

Maatäytön korkeus

$$z_{mp} = 2400 \text{ mm}$$

Pintakuormana keveiden ajoneuvojen aiheuttama kuorma

$$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Maanpaineen ominais- ja mitoitusarvot:

$$P_{a,mp} = 2,8 \text{ kN/m}^3 * z_{mp} = 2,8 \text{ kN/m}^3 * 2,4 \text{ m}$$

$$P_{a,mp} = 6,72 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a,pk} = 0,31 * q_k = 0,31 * 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a,pk} = 0,775 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a,mp,d} = 1,35 * K_{FI} * P_{a,mp} = 1,35 * 1,0 * 6,72 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a,mp,d} = 9,072 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a,pk,d} = 1,15 * K_{FI} * P_{a,mp} + 1,5 * K_{FI} * P_{a,pk}$$

$$P_{a,pk,d} = 1,15 * 1,0 * 6,72 \text{ kN/m}^2 + 1,5 * 1,0 * 0,775 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a,pk,d} = 9,535 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{Ed} = \max \begin{cases} P_{a,mp,d} \\ P_{a,pk,d} \end{cases} \rightarrow 9,072 \text{ kN/m}^2$$

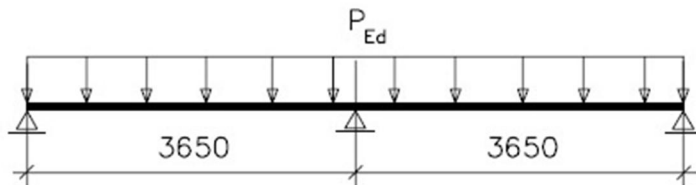
Tarkasteltavan seinän jänneväli

$$L_{ef} = 3650 \text{ mm}$$

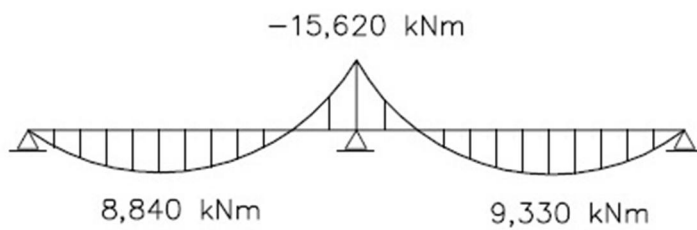
Liite 19 / 3

Statiikka-ohjelmasta saadut momentin ja leikkausvoiman suurimmat arvot.
Leikkausvoiman mitoitusarvo d:n etäisyydellä keskituesta.

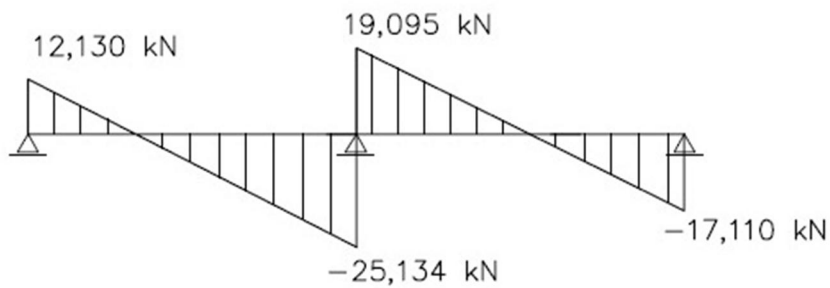
Maanpaineseinän rakennemalli



Maanpaineseinän momenttipinta



Maanpaineseinän leikkausvoimapinta



$$M_{Ed} = 15,620 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 21,765 \text{ kN}$$

Seinän jännemitan raja-arvo:

$$\frac{L_{ef}}{t} = \frac{3650}{380} = 9,605 < 25$$

OK, käyttörajatilatarkastelua ei tarvitse tehdä.

Liite 20 / 3

Harkon mitat:

$$t = 380 \text{ mm}$$

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Osavarmuusluvut:

$$\gamma_{Mm} = 1,8$$

$$\gamma_{Ms} = 1,15$$

$$\gamma_{Ma} = 1,8$$

Muurin puristuslujuuden ominais- ja mitoitusarvo:

$$f_b = 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_m = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mred} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_m = 10 \text{ N/mm}^2 \\ 2 * f_b = 2 * 3,5 \text{ N/mm}^2 = 7,0 \text{ N/mm}^2 \\ 20 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} = 7,0 \text{ N/mm}^2$$

$$K = 0,65$$

$$\alpha = 0,65$$

$$\beta = 0,25$$

$$f_k = K * f_b^\alpha * f_{mred}^\beta = 0,65 * 3,5^{0,65} \text{ N/mm}^2 * 7,0^{0,25} \text{ N/mm}^2$$

$$f_k = 2,387 \text{ N/mm}^2$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_{Mm}} = \frac{2,387 \text{ N/mm}^2}{1,8}$$

$$f_d = 1,326 \text{ N/mm}^2$$

Raudoitusteräksen lujuuden mitoitusarvo

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{Ms}} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15}$$

$$f_{yd} = 434,783 \text{ N/mm}^2$$

Raudoituksen tartuntalujuuden ominais- ja mitoitusarvo

$$f_{bok} = 2,7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bod} = \frac{f_{bok}}{\gamma_{Ma}} = \frac{2,7 \text{ N/mm}^2}{1,8}$$

$$f_{bod} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

Muurin taivutuslujuuden ominais- ja mitoitusarvo vaakasaumoja vastaan olevassa murtotasossa

$$f_{xk2} = 0,1 * f_b = 0,1 * 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{xk2} = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{xd2} = \frac{f_{xd2}}{\gamma_{Mm}} = \frac{0,35}{1,8}$$

$$f_{xd2} = 0,194 \text{ N/mm}^2$$

Lasketaan vaadittava teräsmäärä metrin matkalle.

$$d = t - d' = 380 \text{ mm} - 50 \text{ mm}$$

$$d = 330 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

Tarkistetaan suhteellinen momentti

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_d} = \frac{15,620 * 10^6 \text{ Nmm}}{1000 \text{ mm} * (330 \text{ mm})^2 * 1,326 \text{ N/mm}^2}$$

$$\mu = 0,108$$

$$\mu_{max} = 0,1292 > \mu \quad \text{OK!}$$

Puristuspuunnan suhteellinen korkeus

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = \sqrt{1 - 2 * 0,108}$$

$$\beta = 0,885$$

Liite 21 / 3

Sisäinen momenttivarsi

$$z = \min \left\{ d * \left(1 - \frac{\beta}{2} \right) = 330mm * \left(1 - \frac{0,885}{2} \right) = 183,975mm \right. \\ \left. 0,95 * d = 0,95 * 330mm = 313,5mm \right\} z = 183,975mm$$

Tarvittava teräspinta-ala

$$A_{s,vaad} = \frac{M_d}{z * f_{yd}} = \frac{15,620 * 10^6 Nmm}{183,975mm * 434,783 N/mm^2} \quad A_{s,vaad} = 195,276 mm^2$$

metrin matkalle. Valitaan T8 jokaiseen saumaan.

$$A_s = 5 * 50,3 mm^2$$

$$A_s = 251,5 mm^2 \text{ metrin matkalla}$$

Minimiteräsmäärä

$$A_{s,min} = \frac{0,0005 * b * d}{2} = \frac{0,0005 * 1000mm * 330mm}{2} \quad A_{s,min} = 82,5 mm^2 < A_s \quad \text{OK!}$$

Tarkistetaan seinän leikkauskestävyys

$$V_{Rd} = \beta_1 * f_{xd2} * b * d = 0,4 * 0,194 N/mm^2 * 1000mm * 330mm \quad V_{Rd} = 25,666 kN > V_{Ed}$$

Mitoitusehto

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \Rightarrow 21,765 kN < 25,666 kN \text{ (85 \%)}$$

Vetoterästen jatkospituus, kun laastin lujuusluokka on M10 ja A500HW teräksen halkaisija on 8 mm.

$$l_b = 800mm$$

TALO 2000 RAKENNUSOSAMÄÄRÄLUETTELO

Liite 1 / 4

AT/AK/VAR Kärkkäinen

TU Selite

Määrä yks

RAKENNUSOSAT

ALUEOSAT

111 Maaosat

1111 Raivaustehtävät

raivaus, vähän puita	513	m2
pintamaan poisto, kuljetus 5 km	513	m2
kuljetus m3/km		m3

1112 Kaivannot

kellarin maankaivu, kuljetus 15 km	135	m3
kuljetus m3/km		m3

1114 Täyttöosat

perusmuurin vierustäyttö, SEPELI 16-32 mm	10	m3rtr
tukimuurin vierustäyttö, MURSKESORA 0-100 mm	30	m3rtr
alapohjan alustäyttö, SEPELI 16-32 mm	60	m3rtr

115 Alueen rakenteet

1153 Aidat ja tukimuurit

Harkkotukimuri (Lammi-Muurikivi)		
Lammi Muurikivi	26	m2
muurin raudoitus	160	m
reikien betonointi	1	m3
perusmuurilevy	26	m2

1154 Alueen portaat, luiskat ja terassit

betoniluiska	25	brm2
--------------	----	------

TALO-OSAT

121 Perustukset

1211 Anturat

Antura 600x200, ulkoseinien anturat

lautamuotit	17	m2
raudoitus (3xT8)	132	m
betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	6	m3

Antura 600x200, kantavan väliseinän antura

lautamuotit	3	m2
raudoitus (3xT8)	24	m
betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	1	m3

Antura 1200x300, tukimuurin antura

lautamuottityö	8	m2
raudoitus (T10 k150)	93	m
betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	4	m3

Antura 500x200, pilarianturat

lautamuotit	4	m2
raudoitus (3xT8)	10	m
betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	0	m3

1212 Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit

Perusmuuri

Leca Lex harkko RUH-380	14	m2
laasti	14	m2
perusmuurilevy	14	m2

Pilariharkot

Leca pilariharkko P-240

2 m **Liite 2 / 4**

122 Alapohjat

1221 Alapohjalaatat

AP 1 maanvarainen betonilaatta 100mm

lämmöneriste EPS 100 LATTIA 50+50+50mm

290 m2

raudoitus (teräsverkko 6-150)

97 m2

betonointi (LN C28/35 K35, raekoko 0-18)

10 m3

123 Runko

1232 Kantavat seinät

VSK 01, askartelutila-varasto

lämpöharkko Leca LTH-380

19 m2

harkkolaasti

19 m2

1233 Pilarit

Liimapuupilari L40 115x115 mm

10 kpl

1234 Palkit

Liimapuupalkki L40 115x270 mm

2 kpl

1235 Välipohjat

VP 01, autotallin lattia + askartelutilan katto
ontelolaatta 200 mm

57 m2

VP 02, autokatoksen lattia + varaston katto
ontelolaatta 200 mm

46 m2

1236 Yläpohjat

YP 01, autotalli

lämmöneriste 300 mm (puhallettava)

64 m2

höyrynsulkumuovi 0,2 mm

64 m2

koolaus 48x48 k400

64 m2

kipsilevy EK reunaohennettu 13x1200x2600

64 m2

YP 02, autokatos

koolaus 48x48 k400

50 m2

havuvaneri 12 mm

50 m2

aluslaudat 20x95

50 m2

124 Julkisivut

1241 Ulkoseinät

US 01, autotallin ulkoseinät

ulkoverhouspaneli UTV 20x145

63 m2

pystyrimoitus 22x50 k600

63 m2

vaakarimoitus 22x100 k 600

63 m2

tuulensuojakipsilevy 9mm

63 m2

runko 48x148 k 600 C24

63 m2

mineraalivilla 150mm

63 m2

höyrynsulkumuovi 0,2 mm

63 m2

kipsilevy EK reunaohennettu 13x1200x2600

63 m2

US 02, askartelutilan ulkoseinät

lämpöharkko Leca LTH-380

53 m2

harkkolaasti

53 m2

perusmuurilevy

30 m2

US 03, varaston ulkoseinät

kevytsoraharkko Leca RUH-380

57 m2

harkkolaasti

57 m2

perusmuurilevy

43 m2

1242 Ikkunat

puuikkuna, 3-las, 6x18

4 kpl

Liite 3 / 4

1243	Ulko-ovet		
	varastonovi UOV 9x21 eristetty	3	kpl
	autotallinovi, käsikäyttöinen	1	kpl
	autotallinovi, kauko-ohjattava	2	kpl
1244	Julkisivuvarusteet		brm2
125	Ulkotasot		
1252	Katokset		
	kevytrakenteinen katos, puurunko	12	m2
126	Vesikatot		
1261	Vesikattorakenteet		
	kattoruoteet 25x100 k300	157	m2
	tuuletusrimat 22x50 k900	157	m2
	aluskate	157	m2
	NR-kattoristikot k900	17	kpl
1262	Räystäsrakenteet		
	räystäspeltti	61	jm
	räystäskouru 120 mm, valkoinen	34	jm
	räystäslaudoitus 20x95	29	m2
	otsalaudat 21x145	101	jm
1263	Vesikatteet		
	kattopelti Ruukki Classic SR35-475 D	157	m2
	syöksytorvi 90 mm 3 m, valkoinen	4	kpl
1264	Vesikattovarusteet		m2
	talotikkaan asennussarja	1	kpl
	tikasrunko 3000 mm	1	kpl
	lumieste	14	jm
TILAOSAT			
131	Tilan jako-osat		
1311	Väliseinät		
	VS 01, varasto-puuvarasto		
	KH-tiili 85 mm	18	m2
132	Tilapinnat		
1321	Lattioiden pintarakenteet		
	AP 01, askartelutilan lattia		
	VP 01, autotallin lattia		
	pintabetoni 80 mm	56	m2
	VP 02, autokatoksen lattia		
	pintabetoni 80 mm	46	m2
1322	Lattiapinnat		
	AP 01, askartelutilan lattia		
	lattiatasoite 4 mm	56	m2
	epoksipohjuste	56	m2
	epoksinnoite 2 mm (sekoitettu hiekkapuhallushiekkaa 1:1)	56	m2
	VP 01, autotallin lattia		
	lattiatasoite 4 mm	56	m2
	epoksipohjuste	56	m2
	epoksinnoite 2 mm (sekoitettu hiekkapuhallushiekkaa 1:1)	56	m2
1323	Sisäkattorakenteet		
1324	Sisäkattopinnat		
	YP 01, autotalli		
	tasointus 1,5 kertaan + saumaus	64	m2
	maalaus 2 kertaan	64	m2

YP 02, autokatos

aluslautojen maalaus kahteen kertaan

50 m2

VP 01, askartelutilan katto

kattotasoite

53 m2

VP 02, varaston katto

kattotasoite

23 m2

1325 Seinien pintarakenteet

m2

1326 Seinäpinnat

m2

VSK 01, askartelutila-varasto

tasointus

38 m2

maalaus 2 kertaan

38 m2

VS 01, varasto-puuvarasto

tasoite

18 m2

US 01, autotallin ulkoseinät

tasointus 1,5 kertaan + saumaus

63 m2

maalaus 2 kertaan (sisäpuoli)

63 m2

maalaus 2 kertaan (ulkopuoli)

63 m2

US 02, askartelutilan ulkoseinät

tasointus (sisäpuoli)

42 m2

tasointus (ulkopuoli)

42 m2

rouhepinnoituslaasti Harmaa

42 m2

rouhepinnoitus SR4 Rouhe Harmaa graniitti

42 m2

US 03, varaston ulkoseinät

tasointus (sisäpuoli)

17 m2

tasointus (ulkopuoli)

17 m2

rouhepinnoituslaasti Harmaa

17 m2

rouhepinnoitus SR4 Rouhe Harmaa graniitti

17 m2

133 Tilavarusteet

1333 Varusteet

teräshylly 900x300 mm

4 kpl

TEKNIikkaOSAT**PUTKIOSAT****211 Lämmitys**

2113 Lämmön siirtoputkisto

lattialämmitysputki Wirsbo-pePEX 20x2 mm

172 jm

perussarja Pro jakotukki Uponor

1 kpl

2115 Erityinen lämmitys

brm2

ilmalämpöpumppu

1 kpl

214 Jätevesi

2143 Jäteveden käsittely

brm2

hiekanerotuskaivo, vaaka, Kavika 9070

1 kpl

216 Sadevesi

2161 Alueen sadevesijärjestelmät

rännikaivo

3 kpl

sadevesiviemäri

29 jm

salaojaputki 110/96 mm x 6 m, PE/PP

62 jm

salaojakaivo

2 kpl

salaojakaivo, korkea

2 kpl

SÄHKÖOSAT**23 Sähköjärjestelmät**

Rakennuksen sähköjärjestelmät

1 erä

MATERIAALIMENEKIT JA -KUSTANNUKSET

Liite 1 / 5

AT/AK/VAR Kärkkäinen

TU	Selite	Määrä	yks	€/yks	€yht.
ALUEOSAT					
111 Maaosat					
1114	Täyttöosat				
	perusmuurin vierustäyttö, SEPELI 16-32 mm	10	m3rtr	16,60	166
	tukimuurin vierustäyttö, MURSKESORA 0-100 mm	30	m3rtr	14,82	889
	alapohjan alustäyttö, SEPELI 16-32 mm	60	m3rtr	16,60	996
					2 051 €
115 Alueen rakenteet					
1153	Aidat ja tukimuurit				
	Harkkotukimuri (Lammi-Muurikivi)				
	Lammi Muurikivi	26	m2	74,00	1887
	muurin raudoitus	160	m	0,98	156
	reikien betonointi	1	m3	147,06	132
	perusmuurilevy	26	m2	2,45	62
1154	Alueen portaat, luiskat ja terassit		brm2	0,00	0
	betoniluiska	25	m2	13,29	332
					2 570 €
TALO-OSAT					
121 Perustukset					
1211	Anturat				
	Antura 600x200 , ulkoseinien anturat				
	lautamuotit	17	m2	4,90	83
	raudoitus (3xT8)	132	m	0,45	59
	betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	6	m3	147,06	882
	Antura 600x200 , kantavan väliseinän antura				
	lautamuotit	3	m2	4,90	16
	raudoitus (3xT8)	24	m	0,45	11
	betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	1	m3	147,06	141
	Antura 1200x300 , tukimuurin antura				
	lautamuotittyyö	8	m2	4,90	37
	raudoitus (T10 k150)	93	m	0,69	64
	betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	4	m3	147,06	588
	Antura 500x200 , pilarianturat				
	lautamuotit	4	m2	4,90	20
	raudoitus (3xT8)	10	m	0,69	7
	betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	0	m3	147,06	59
1212	Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit				
	Perusmuuri				
	Leca Lex harkko RUH-380	14	m2	49,40	667
	laasti	14	m2	5,30	72
	perusmuurilevy	14	m2	2,45	33
	Pilariharkot				
	Leca pilariharkko P-240	2	m	8,85	18
					2 757 €
122 Alapohjat					
1221	Alapohjalaatat				
	AP 1 maanvarainen betonilaatta 100mm				
	lämmöneriste EPS 100 LATTIA 50+50+50mm	290	m2	3,68	1066
	raudoitus (teräsverkko 6-150)	97	m2	1,26	122
	betonointi (LN C28/35 K35, raekoko 0-18)	10	m3	166,12	1661
					2 849 €

Liite 2 / 5

123 Runko

1232	Kantavat seinät	m2	0,00	0
	VSK 01 , askartelutila-varasto			
	lämpöharkko Leca LTH-380	19 m2	99,70	1934
	harkkolaasti	19 m2	5,30	103
1233	Pilarit			
	Liimapuupilari L40 115x115 mm	10 kpl	13,92	139
1234	Palkit			
	Liimapuupalkki L40 115x270 mm	2 kpl	166,50	333
1235	Välipohjat	m2	0,00	0
	VP 01 , autotallin lattia + askartelutilan katto			
	ontelolaatta 200 mm	57 m2	50,00	2845
	VP 02 , autokatoksen lattia + varaston katto			
	ontelolaatta 200 mm	46 m2	50,00	2305
1236	Yläpohjat			
	YP 01 , autotalli			
	lämmöneriste 300 mm (puhallettava)	64 m2	0,49	31
	höyrynsulkumuovi 0,2 mm	64 m2	0,71	46
	koolaus 48x48 k400	64 m2	1,88	121
	kipsilevy EK reunaohennettu 13x1200x2600	64 m2	5,38	345
	YP 02 , autokatos			
	koolaus 48x48 k400	50 m2	1,88	95
	havuvanerit 12 mm	50 m2	6,45	324
	aluslaudat 20x95	50 m2	8,76	441
				9 061 €

124 Julkisivut

1241	Ulkoseinät			
	US 01 , autotallin ulkoseinät			
	ulkoverhouspaneli UTV 20x145	63 m2	10,00	631
	pystyrimoitus 22x50 k600	63 m2	0,73	46
	vaakarimoitus 22x100 k 600	63 m2	1,03	65
	tuulensuojakipsilevy 9mm	63 m2	4,07	257
	runko 48x148 k 600 C24	63 m2	3,92	247
	mineraalivilla 150mm	63 m2	8,72	550
	höyrynsulkumuovi 0,2 mm	63 m2	0,71	45
	kipsilevy EK reunaohennettu 13x1200x2600	63 m2	5,38	339
	US 02 , askartelutilan ulkoseinät			
	lämpöharkko Leca LTH-380	53 m2	99,70	5284
	harkkolaasti	53 m2	5,30	281
	perusmuurilevy	30 m2	2,45	74
	US 03 , varaston ulkoseinät			
	kevytsoraharkko Leca RUH-380	57 m2	49,40	2806
	harkkolaasti	57 m2	5,60	318
	perusmuurilevy	43 m2	2,45	105
1242	Ikkunat			
	puuikkuna, 3-las, 6x18	4 kpl	290,00	1253
1243	Ulko-ovet			
	varastonovi UOV 9x21 eristetty	3 kpl	195,00	585
	autotallinovi, käsikäyttöinen	1 kpl	457,00	457
	autotallinovi, kauko-ohjattava	2 kpl	614,00	1228
				14 571 €

125 Ulkotasot

1252	Katokset			
	kevytrakenteinen katos, puurunko	12 m2	61,00	732
				732 €

126 Vesikatot**Liite 3 / 5**

1261 Vesikattorakenteet				
kattoruoteet 25x100 k300	157	m2	1,83	287
tuuletusrimat 22x50 k900	157	m2	0,49	77
aluskate	157	m2	0,98	154
NR-kattoristikot k900	17	kpl	115,00	1955
1262 Räystäsrakenteet				
räystäspelti	61	jm	10,95	668
räystäskouru 120 mm, valkoinen	34	jm	9,73	331
räystäslaudoitus 20x95	29	m2	8,76	253
otsalaudat 21x145	101	jm	1,38	139
1263 Vesikatteet				
kattopelti Ruukki Classic SR35-475 D	157	m2	20,21	3173
syöksytorni 90 mm 3 m, valkoinen	4	kpl	32,90	132
1264 Vesikattovarusteet		m2	0,00	0
talotikkaan asennussarja	1	kpl	152,10	152
tikasrunko 3000 mm	1	kpl	86,40	86
lumieste	14	jm	28,50	399
				7 805 €

TILAOSAT**131 Tilan jako-osat**

1311 Väliseinät				
VS 01 , varasto-puuvarasto				
KH-tiili 85 mm	18	m2	17,00	309
				309 €

132 Tilapinnat

1321 Lattioiden pintarakenteet				
AP 01 , askartelutilan lattia				
VP 01 , autotallin lattia				
pintabetoni 80 mm	56	m2	13,29	738
VP 02 , autokatoksen lattia				
pintabetoni 80 mm	46	m2	13,29	613
1322 Lattiapinnat				
AP 01 , askartelutilan lattia				
lattiatasoite 4 mm	56	m2	5,60	311
epoksipohjuste	56	m2	0,00	0
epoksinnoite 2 mm (sekoitettu hiekkapuhallushiekkaa 1:1)	56	m2	0,00	0
VP 01 , autotallin lattia				
lattiatasoite 4 mm	56	m2	5,60	311
epoksipohjuste	56	m2	0,00	0
epoksinnoite 2 mm (sekoitettu hiekkapuhallushiekkaa 1:1)	56	m2	0,00	0
1323 Sisäkattorakenteet				
1324 Sisäkattopinnat				
YP 01 , autotalli				
tasoitus 1,5 kertaan + sauma	64	m2	0,70	45
maalauk 2 kertaan	64	m2	1,38	88
YP 02 , autokatos				
aluslaatojen maalaus kahteen kertaan	50	m2	2,20	110
VP 01 , askartelutilan katto				
kattotasote	53	m2	1,95	102
VP 02 , varaston katto				
kattotasote	23	m2	1,95	44
1325 Seinien pintarakenteet		m2	0,00	0
1326 Seinäpinnat		m2	0,00	0
VSK 01 , askartelutila-varasto				

tasoitus	38	m2	2,90	111
maalauk 2 kertaan	38	m2	3,70	142
VS 01 , varasto-puuvarasto				
tasoite	18	m2	2,90	53
US 01 , autotallin ulkoseinät				
tasoitus 1,5 kertaan + saumaus	63	m2	0,70	44
maalauk 2 kertaan (sisäpuoli)	63	m2	1,20	76
maalauk 2 kertaan (ulkopuoli)	63	m2	3,70	233
US 02 , askartelutilan ulkoseinät				
tasoitus (sisäpuoli)	42	m2	2,90	121
tasoitus (ulkopuoli)	42	m2	2,90	121
rouhepinnoituslaasti Harmaa	42	m2	1,38	57
rouhepinnoitus SR4 Rouhe Harmaa graniitti	42	m2	2,90	121
US 03 , varaston ulkoseinät				
tasoitus (sisäpuoli)	17	m2	2,90	49
tasoitus (ulkopuoli)	17	m2	2,90	49
rouhepinnoituslaasti Harmaa	17	m2	1,38	23
rouhepinnoitus SR4 Rouhe Harmaa graniitti	17	m2	2,90	49
				3 612 €

133 Tilavarusteet

1333 Varusteet				
teräshylly 900x300 mm	4	kpl	59,60	238
				238 €

TEKNIikkaOSAT**PUTKIOSAT****211 Lämmitys**

2113 Lämmön siirtoputkisto				
lattiaämmitysputki Wirsbo-pePEX 20x2 mm	172	jm	1,75	301
perussarja Pro jakotukki Uponor	1	kpl	94,50	95
2115 Erityinen lämmitys		brm2		
ilmalämpöpumppu	1	kpl	6735,00	6735

214 Jätevesi

2143 Jäteveden käsittely		brm2		
hiekanerotuskaivo, vaaka, Kavika 9070	1	kpl	330,00	330

216 Sadevesi

2161 Alueen sadevesijärjestelmät				
rännikaivo	3	kpl	60,90	183
sadevesiviemäri	29	jm	4,63	134
salaojaputki 110/96 mm x 6 m, PE/PP	62	jm	2,05	127
salaojakaivo	2	kpl	56,90	114
salaojakaivo, korkea	2	kpl	125,00	250
				8 268 €

SÄHKÖOSAT**23 Sähköjärjestelmät**

Rakennuksen sähköjärjestelmät	1	erä	1000,00	1000
				1 000 €

€ yhteensä, alv 0 % 45 386 €

€ yhteensä, alv 23 % 55 825 €

TYÖMENEKIT JA -KUSTANNUKSET

Liite 1 / 6

AT/AK/VAR Kärkkäinen

TU	Selite	Määrä	yks	h/yks	h	€/h	€yht.	yht.
RAKENNUSOSAT								
ALUEOSAT								
111 Maaosat								
1111	Raivaustehtävät							
	raivaus, vähän puita	513	m2	0,100	51	15,00	769,50	
	pintamaan poisto, kuljetus 5 km	513	m2	0,100	51	15,00	769,50	
	kuljetus m3/km		m3	0,100	0	15,00	0,00	
1112	Kaivannot							
	kellarin maankaivu, kuljetus 15 km	135	m3	0,100	14	15,00	202,50	
	kuljetus m3/km		m3	0,100	0	15,00	0,00	
					116 h			1 742 €
115 Alueen rakenteet								
1153	Aidat ja tukimuurit							
	Harkkotukimuuri (Lammi-Muurikivi)							
	Lammi Muurikivi	26	m2	0,410	10	15,00	156,83	
	muurin rauditus	160	m	0,010	2	15,00	24,00	
	reikien betonointi	1	m3	0,150	0	15,00	2,03	
	perusmuurilevy	26	m2	0,050	1	15,00	19,13	
1154	Alueen portaat, luiskat ja terassit		brm2	0,100	0	15,00	0,00	
	betoniluiska	25	m2	0,230	6	15,00	86,25	
					19 h			288 €
TALO-OSAT								
121 Perustukset								
1211	Anturat							
	Antura 600x200 , ulkoseinien anturat							
	lautamuotit	17	m2	0,740	13	15,00	188,70	
	raudoitus (3xT8)	132	m	0,010	1	15,00	19,80	
	betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	6	m3	0,250	2	15,00	22,50	
	Antura 600x200 , kantavan väliseinän antura							
	lautamuotit	3	m2	0,740	2	15,00	35,52	
	raudoitus (3xT8)	24	m	0,010	0	15,00	3,63	
	betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	1	m3	0,250	0	15,00	3,60	
	Antura 1200x300 , tukimuurin antura							
	lautamuotittyyö	8	m2	0,740	6	15,00	83,25	
	raudoitus (T10 k150)	93	m	0,010	1	15,00	13,98	
	betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	4	m3	0,250	1	15,00	15,00	
	Antura 500x200 , pilarianturat							
	lautamuotit	4	m2	0,740	3	15,00	44,40	
	raudoitus (3xT8)	10	m	0,010	0	15,00	1,50	
	betonointi (RN C28/35 K35, raekoko 0-32)	0	m3	0,250	0	15,00	1,50	
1212	Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit							
	Perusmuuri							
	leca Lex harkko RUH-380	14	m2	0,950	13	15,00	192,38	
	laasti	14	m2	0,100	1	15,00	20,25	
	perusmuurilevy	14	m2	0,050	1	15,00	10,13	
	Pilariharkot							
	Leca pilariharkko P-240	2	m	0,200	0	15,00	6,00	
					44 h			662 €
122 Alapohjat								
1221	Alapohjalaatat							
	AP 1 maanvarainen betonilaatta 100mm							

Liite 2 / 6

lämmöneriste EPS 100 LATTIA 50+50+50mm	290	m2	0,050	14	15,00	217,35
raudoitus (teräsverkko 6-150)	97	m2	0,010	1	15,00	14,49
betonointi (LN C28/35 K35, raekoko 0-18)	10	m3	0,210	2	15,00	31,50
				18	h	263 €
123 Runko						
1232 Kantavat seinät						
VSK 01, askartelutila-varasto						
lämpöharkko Leca LTH-380	19	m2	0,950	18	15,00	276,45
harkkolaasti	19	m2	0,100	2	15,00	29,10
1233 Pilarit						
Liimapuupilari L40 115x115 mm	10	kpl	0,400	4	15,00	60,00
1234 Palkit						
Liimapuupalkki L40 115x270 mm	2	kpl	0,400	1	15,00	12,00
1235 Välipohjat		m2	0,100	0	15,00	0,00
VP 01, autotallin lattia + askartelutilan katto						
ontelolaatta 200 mm	57	m2	0,049	3	15,00	41,82
VP 02, autokatoksen lattia + varaston katto						
ontelolaatta 200 mm	46	m2	0,049	2	15,00	33,88
1236 Yläpohjat						
YP 01, autotalli						
lämmöneriste 300 mm (puhallettava)	64	m2	0,012	1	15,00	11,54
höyrynsulkumuovi 0,2 mm	64	m2	0,020	1	15,00	19,23
koolaus 48x48 k400	64	m2	0,450	29	15,00	432,68
kipsilevy EK reunaohennettu 13x1200x2600	64	m2	0,170	11	15,00	163,46
YP 02, autokatos						
koolaus 48x48 k400	50	m2	0,450	23	15,00	339,53
havuvaner 12 mm	50	m2	0,170	9	15,00	128,27
aluslaudat 20x95	50	m2	0,140	7	15,00	105,63
				110	h	1 654 €
124 Julkisivut						
1241 Ulkoseinät						
US 01, autotallin ulkoseinät						
ulkoverhouspaneli UTV 20x145	63	m2	0,140	9	15,00	132,51
pystyrimoitus 22x50 k600	63	m2	0,140	9	15,00	132,51
vaakarimoitus 22x100 k 600	63	m2	0,140	9	15,00	132,51
tuulensuojakipsilevy 9mm	63	m2	0,140	9	15,00	132,51
runko 48x148 k 600 C24	63	m2	0,510	32	15,00	482,72
mineraalivilla 150mm	63	m2	0,064	4	15,00	60,58
höyrynsulkumuovi 0,2 mm	63	m2	0,020	1	15,00	18,93
kipsilevy EK reunaohennettu 13x1200x2600	63	m2	0,140	9	15,00	132,51
US 02, askartelutilan ulkoseinät						
lämpöharkko Leca LTH-380	53	m2	0,950	50	15,00	755,25
harkkolaasti	53	m2	0,100	5	15,00	79,50
perusmuurilevy	30	m2	0,050	2	15,00	22,50
US 03, varaston ulkoseinät						
kevytsoraharkko Leca RUH-380	57	m2	0,950	54	15,00	809,40
harkkolaasti	57	m2	0,100	6	15,00	85,20
perusmuurilevy	43	m2	0,050	2	15,00	32,25
1242 Ikkunat						
puuikkuna, 3-las, 6x18	4	kpl	0,700	3	15,00	45,36
1243 Ulko-ovet						
varastonovi UOV 9x21 eristetty	3	kpl	1,410	4	15,00	63,45
autotallinovi, käsikäyttöinen	1	kpl	5,000	5	15,00	75,00
autotallinovi, kauko-ohjattava	2	kpl	5,000	10	15,00	150,00
				223	h	3 343 €

125 Ulkotasot**Liite 3 / 6**

1252 Katokset					
kevytrakenteinen katos, puurunko	12	m2	0,700	8 15,00	126,00
				8 h	126 €

126 Vesikatot

1261 Vesikattorakenteet					
kattoruoteet 25x100 k300	157	m2	0,080	13 15,00	188,04
tuuletusrimat 22x50 k900	157	m2	0,150	24 15,00	352,58
aluskaite	157	m2	0,030	5 15,00	70,52
NR-kattoristikot k900	17	kpl	0,400	7 15,00	102,00
1262 Räystäsrakenteet					
räystäspelti	61	jm	0,200	12 15,00	183,00
räystäskouru 120 mm, valkoinen	34	jm	0,200	7 15,00	102,00
räystäslaudoitus 20x95	29	m2	0,140	4 15,00	60,69
otsalaudat 21x145	101	jm	0,150	15 15,00	227,25
1263 Vesikatteet					
kattopelti Ruukki Classic SR35-475 D	157	m2	0,050	8 15,00	117,75
syöksytorni 90 mm 3 m, valkoinen	4	kpl	0,200	1 15,00	12,00
1264 Vesikattovarusteet					
talotikkaan asennussarja	1	kpl	0,100	0 15,00	0,00
tikasrunko 3000 mm	1	kpl	0,100	0 15,00	1,50
lumieste	14	jm	0,100	1 15,00	21,00
				96 h	1 440 €

TILAOSAT**131 Tilan jako-osat**

1311 Väliseinät					
VS 01 , varasto-puuvarasto					
KH-tiili 85 mm	18	m2	0,610	11 15,00	166,53
				11 h	167 €

132 Tilapinnat

1321 Lattioiden pintarakenteet					
AP 01 , askartelutilan lattia					
VP 01 , autotallin lattia					
pintabetoni 80 mm	56	m2	0,230	13 15,00	191,48
VP 02 , autokatoksen lattia					
pintabetoni 80 mm	46	m2	0,230	11 15,00	159,05
1322 Lattiapinnat					
AP 01 , askartelutilan lattia					
lattiatasoite 4 mm	56	m2	0,100	6 15,00	83,25
epoksipohjuste	56	m2	0,060	3 15,00	49,95
epoksinnoite 2 mm	56	m2	0,060	3 15,00	49,95
VP 01 , autotallin lattia					
lattiatasoite 4 mm	56	m2	0,100	6 15,00	83,25
epoksipohjuste	56	m2	0,060	3 15,00	49,95
epoksinnoite 2 mm	56	m2	0,060	3 15,00	49,95
1323 Sisäkattorakenteet					
1324 Sisäkattopinnat					
YP 01 , autotalli					
tasointi 1,5 kertaan + sauma	64	m2	0,070	4 15,00	67,20
maalauk 2 kertaan	64	m2	0,073	5 15,00	70,08
YP 02 , autokatos					
aluslaatojen maalaus kahteen kertaan	50	m2	0,073	4 15,00	54,75
VP 01 , askartelutilan katto					
kattotasoite	53	m2	0,100	5 15,00	78,75
VP 02 , varaston katto					

Liite 4 / 6

	kattotasote	23	m2	0,100	2	15,00	33,75
1325	Seinien pintarakenteet	m2	0,100	0	15,00	0,00	
1326	Seinäpinnat	m2	0,100	0	15,00	0,00	
	VSK 01 , askartelutila-varasto						
	tasoitus	38	m2	0,100	4	15,00	57,60
	maalaus 2 kertaan	38	m2	0,060	2	15,00	34,56
	VS 01 , varasto-puuvarasto						
	tasoite	18	m2	0,100	2	15,00	27,30
	US 01 , autotallin ulkoseinät						
	tasoitus 1,5 kertaan + saumaus	63	m2	0,070	4	15,00	66,26
	maalaus 2 kertaan (sisäpuoli)	63	m2	0,060	4	15,00	56,79
	maalaus 2 kertaan (ulkopuoli)	63	m2	0,060	4	15,00	56,79
	US 02 , askartelutilan ulkoseinät						
	tasoitus (sisäpuoli)	42	m2	0,100	4	15,00	62,40
	tasoitus (ulkopuoli)	42	m2	0,100	4	15,00	62,40
	rouhepinnoituslaasti Harmaa	42	m2	0,265	11	15,00	165,36
	rouhepinnoitus SR4 Rouhe Harmaa graniitti	42	m2	0,265	11	15,00	165,36
	US 03 , varaston ulkoseinät						
	tasoitus (sisäpuoli)	17	m2	0,100	2	15,00	25,50
	tasoitus (ulkopuoli)	17	m2	0,100	2	15,00	25,50
	rouhepinnoituslaasti Harmaa	17	m2	0,265	5	15,00	67,58
	rouhepinnoitus SR4 Rouhe Harmaa graniitti	17	m2	0,265	5	15,00	67,58
					131	h	
							1 962 €

133 Tilavarusteet

1333 Varusteet					
teräshylly 900x300 mm	4	kpl	0,500	2 15,00	30,00
				2 h	30 €

TALOTEKNIikka

LVI-JÄRJESTELMÄT

21 LVI-järjestelmätjärjestelmät	1	erä	15,000	15	15,00	225,00
				15 h		225 €

SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

23 Sähköjärjestelmät	1 erä	20,000	20 15,00	300,00
			20 h	300 €

€ yhteensä, alv 0 % 12 201 €

€ yhteensä, alv 23 % 15 007 €

tth yhteensä	697
työvuorua	87
työviikkoa	17
kuukautta	4